



Città
di Lucca

COMUNE DI LUCCA

Settore 5 Lavori Pubblici e Urbanistica
U.O.5.3 Strade – Progettazione

"REALIZZAZIONE DEL NUOVO ASSE SUBURBANO TRA LA ROTATORIA DI VIA DELL'ACQUACALDA E LA ROTATORIA DI VIALE CASTRACANI". CIG PADRE 85342004A1 CIG DERIVATO Z672F91228

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA

PROGETTAZIONE: STUDIO ING. PAOLO EDOARDO GIUSTI

IL PROGETTISTA:

Ing. Paolo Edoardo Giusti

Collaborazione scientifica

Prof. Ing. Antonio Pratelli

Collaboratore Tecnico

Ing. Michele Baldiati

RELAZIONI SPECIALISTICHE

Relazione Geologica e Geotecnica:

Geol. Alessandro Paoli

Relazione impatto acustico

Ing. Francesco Borchì - Vie en.ro.se. Ingegneria

Verifica assoggettabilità a VAS:

Arch. Riccardo Luca Breschi

PRIME INDICAZIONI PER I PIANI DI SICUREZZA: Ing. Paolo Edoardo Giusti

VISTO: IL RUP

Ing. Andrea Biggi

PROTOCOLLO

DATA:

MARZO 2021

STUDIO GENERALE GEOLOGICO, IDROGEOLOGICO, SISMICO

RELAZIONE GEOLOGICA IDROGEOLOGICA E SISMICA

CODICE ELABORATO

SF_G_GE_1

NOME FILE

SF_G_GE_1_REV5_Rel
azione Geologica,
idrogeologica e sismica

REVISIONE

5

SCALA

-

5

Integrazioni validazione progetto

02/09/2021

4

Modificata intestazione progetto

08/07/2021

3

Modificata classificazione strada

05/06/2021

2

Modifiche non sostanziali

03/05/2021

1

Modificata classificazione strada

07/04/2021

REV.

DESCRIZIONE

DATA

REDATTO

VERIFICATO



Città di Lucca

COMUNE DI LUCCA

**COMPLETAMENTO NUOVO ASSE SUBURBANO TRA LA ROTATORIA DI
VIA DELL'ACQUACALDA E LA ROTATORIA DI VIALE CASTRACANI**

Studio di Fattibilità

Relazione Tecnica

Marzo 2021

INDICE

1. - <i>PREMESSA E DATI DI PROGETTO</i>	3
2. - <i>PLANIFICAZIONE COMUNALE E SOVRACOMUNALE</i>	4
3. - <i>INQUADRAMENTO GENERALE</i>	7
4. - <i>INQUADRAMENTO GEOLOGICO E TETTONICO</i>	7
5. - <i>LINEAMENTI IDROGEOLOGICI</i>	9
6. - <i>RICOSTRUZIONE DEL MODELLO LITOSTRATIGRAFICO, GEOTECNICO E SISMICO DEI TERRENI</i>	9
7. - <i>VALUTAZIONE DEI PARAMETRI PER IL CALCOLO DELL'AZIONE SISMICA</i>	12
7.1 – <i>Progettazione ai sensi del D.M. 17.01.2018</i>	12
7.2 – <i>Categoria del suolo di fondazione</i>	12
7.3 – <i>Caratterizzazione della superficie topografica</i>	12
7.4 – <i>Vita nominale di progetto</i>	13
7.5 – <i>Periodo di riferimento dell'azione sismica</i>	13
7.6 – <i>Parametri e coefficienti sismici</i>	14
7.7 – <i>Suscettibilità alla liquefazione</i>	16
8. - <i>ORIENTAMENTI GEOTECNICI PRELIMINARI</i>	17

ALLEGATI

All. 1 : ESTRATTI CARTOGRAFICI

All. 2 : TABULATI E DIAGRAMMI DELLE INDAGINI DI RIFERIMENTO

FIGURE

<i>Fig. 1 – COROGRAFIA</i>	<i>(Scala 1 : 25000)</i>
<i>Fig. 2 – CARTA DI INQUADRAMENTO GEOLOGICO</i>	<i>(Scala 1 : 10000)</i>
<i>Fig. 3 – PLANIMETRIA DELL'AREA</i>	<i>(Scala 1 : 6000)</i>
<i>Fig. 4 – SEZIONE GEOLOGICO-GEOTECNICA</i>	<i>(Scala lunghezza 1:2000)</i>
	<i>(Scala altezza 1:200)</i>
<i>Fig. 5 – PLANIMETRIA DEL RETICOLO IDROGRAFICO</i>	<i>(Scala 1 : 6000)</i>

1. - PREMESSA E DATI DI PROGETTO

Nella presente relazione si illustrano le indagini geologiche, idrauliche e sismiche svolte a supporto dello studio di fattibilità per la realizzazione dei lavori relativi al Completamento dell'Asse Suburbano compreso tra la rotatoria di via dell'Acquacalda e via Castracani.

Ad oggi, per conseguire la completezza dell'intero tracciato è necessario realizzare n. 3 tratti mancanti, corrispondenti a:

1. Tratto dalla SP Ludovica alla SS 12 del Brennero che comprende la realizzazione di un nuovo ponte sul F. Serchio;
2. Tratto da Via dell'Acquacalda a Via S.S. Annunziata che prevede la realizzazione di un nuovo cavalcavia ferroviario;
3. Tratto da Via Vecchia Pesciatina al Viale Castracani.

Il tratto n. 1 verrà realizzato dalla Provincia di Lucca mentre gli altri due tratti verranno realizzati da Comune di Lucca con finanziamenti della Regione Toscana.

In dettaglio il progetto prevede la realizzazione anche di n. 2 rotatorie, di cui la prima all'intersezione con la Via S.S. Annunziata e via Martiri delle Foibe, mentre la seconda in corrispondenza della Via Vecchia Pesciatina.

Per maggiori dettagli circa il progetto in esame si rimanda agli elaborati progettuali e rapporti tecnici predisposti dai progettisti dell'opera (Ing. Paolo Edoardo Giusti, Prof. Ing. Antonio Pratelli e Ing. Michele Baldiati).

Nei capitoli che seguono vengono illustrate e descritte le caratteristiche geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche e sismiche che caratterizzano le aree oggetto di intervento.

Il suddetto rapporto tecnico è stato redatto in ottemperanza alle seguenti normative e vincoli presenti sul territorio:

- Regolamento Urbanistico approvato con Delibera del Consiglio Comunale n. 19 del 15 marzo 2012;
- Piano Strutturale Comunale approvato con Delibera del Consiglio Comunale n. 39 del 24/04/2017;
- Decreto Ministeriale 17/01/2018 Testo Unitario – Norme Tecniche per le Costruzioni;
- Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici: Istruzioni per l'applicazione dell' "Aggiornamento delle Norme Tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 17 gennaio 2018" - Circolare n. 7 del 21 gennaio 2019;
- D.P.G.R.T 9 luglio 2009, n. 36/R;

- L.R. n. 41/2018 “Disposizioni in materia di rischio alluvioni e di tutela dei corsi d'acqua....”;
- Piano Assetto Idrogeologico (PAI) “dissesti geomorfologici”, adottato con delibera della Conferenza Istituzionale Permanente n. 20 del 20 dicembre 2019;
- Variante generale funzionale all'adeguamento del PAI del Fiume Serchio al Piano di gestione del rischio alluvioni del distretto idrografico dell'Appennino Settentrionale” per la parte relativa alla pericolosità idraulica correlate misure di salvaguardia, ai sensi dell'art. 65 comma 7 del D.Lgs. 152/2006, adottata con Delibera n. 14 del 18 novembre 2019 dalla Conferenza Istituzionale Permanente dell'Autorità di Bacino dell'Appennino settentrionale (adozione ai sensi dell'art. 66 e 68 del D.Lgs. 152/2006).

2. – PIANIFICAZIONE COMUNALE E SOVRACOMUNALE

Nel seguente paragrafo sono analizzate le caratteristiche di pericolosità dell'area al fine di accertare la compatibilità dell'intervento con le suddette peculiarità ambientali.

Relativamente alle condizioni di pericolosità e fattibilità (geologica, idraulica e sismica) delle aree si è fatto riferimento alla “Variante Straordinaria di Salvaguardia al Piano Strutturale”, approvata con Delibera del Consiglio Comunale n. 19 del 15 marzo 2012, mentre per le condizioni di pericolosità e fattibilità sismica si è fatto riferimento alla “Variante al RU per l'adeguamento alle norme della pericolosità Sismica ai sensi dell'art. 17 della L.R. n. 1/2005”, approvata con Delibera del Commissario Straordinario n. 69 del 15/05/2007. Qui di seguito si riportano le varie classi di pericolosità (vedi All. 1 – ESTRATTI CARTOGRAFICI):

Pericolosità geologica: Classe 2l – Bassa. Corrisponde ad una situazione geologico-tecnica apparentemente stabile sulla quale tuttavia permangono alcuni dubbi, prevalentemente a carattere geotecnico in relazione alle opere edilizie che potranno essere realizzate nell'area stessa, che comunque potranno essere chiariti a livello di indagine geognostica di supporto alla progettazione edilizia, svolta anche in riferimento a fenomeni di ritiro e rigonfiamento dei terreni superficiali a prevalente componente argillosa.

Pericolosità idraulica: Classe 2i – Bassa. Aree di pianura – prive di notizie storiche di precedenti inondazioni; con notizie storiche di ristagni con frequenza ricorrente o inferiore di classe I.

Pericolosità sismica: Classe 3t- MEDIA: “Aree non interessate da fenomeni attivi, suscettibili, per costituzione geologico-stratigrafica e/o morfologica (creste, cucuzzoli, bordi di terrazzo, zone di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche significativamente diverse etc.), di subire fenomeni di moderata amplificazione della sollecitazione sismica di base, senza deformazioni permanenti del suolo, salvo modesti cedimenti differenziali al contatto tra litotipi di caratteristiche fisico-meccaniche significativamente diverse. Coefficiente amplificativo $S = 1.25$ (o superiore, in funzione

della morfologia del sito e/o di valutazioni affinate degli effetti locali) secondo D.M. 14/09/05, Coefficiente di fondazione $\varepsilon = 1.15$ per le categorie B,C, $\varepsilon = 1.3$ solo per la categoria E (o superiori, in funzione della morfologia del sito e/o di valutazioni affinate degli effetti locali) secondo D.M. 16/01/96”.

In conformità con quanto riportato nella Carta della Fattibilità (vedi All.1) le opere in progetto ricadono nelle seguenti classi di fattibilità:

Fattibilità 2i: fattibilità geotecnica con normali vincoli da precisare a livello di progetto.

Fattibilità 3i: fattibilità idraulica condizionata. A tale proposito si fa presente che trattasi di una previsione a fattibilità 3i ricadente in pericolosità 2i, nelle cui aree non sono stati accertati eventi passati esondativi, pertanto le verifiche idrauliche possono essere omesse a condizione che vengono comunque adottati accorgimenti progettuali per la mitigazione del rischio idraulico valutati sulle condizioni morfologiche locali.

Per quanto attiene all'attribuzione della fattibilità sismica si è fatto riferimento alla CARTA DELLA FATTIBILITA' SISMICA (vedi All. 1) e alle NTA della Variante Sismica, attribuendo all'intervento un Grado di Esposizione “Alto”, da cui ne deriva, applicando la matrice di cui all'art. 2.4 delle suddette NTA, la seguente classe:

Classe di Fattibilità Sismica: Classe 3tt – Possibili Alcune Limitazioni (La limitazione non è riferita alla “previsione urbanistica” bensì all'adozione di certe tipologie costruttive): Indagini di approfondimento, condotte a norma del D.M. 11/03/88 e delle Norme tecniche per le costruzioni, richieste sia nel caso di intervento diretto che di piano attuativo. Piani attuativi approvabili soltanto contestualmente all'approvazione della progettazione di massima degli interventi; interventi diretti abilitabili soltanto contestualmente all'approvazione della progettazione esecutiva degli interventi finalizzati alla mitigazione del rischio a mezzo di interventi incidenti sulla vulnerabilità: accorgimenti costruttivi, fondazioni speciali, bonifiche e/o miglioramenti dei terreni di fondazione, strutture dimensionate per azioni sismiche orizzontali maggiorate come segue: Nuova normativa sismica (D.M. 14 Settembre 2005 - Norme tecniche per le costruzioni): coefficiente amplificativo $S = 1.25$ (o superiore, in funzione della morfologia del sito e/o di valutazioni affinate degli effetti locali) per le categorie di profilo stratigrafico B, C ed E; vecchia normativa sismica (D.M. 16/01/1996) $\varepsilon = 1.15$ (o superiore, in funzione della morfologia del sito) per le categorie di profilo stratigrafico B e C, $\varepsilon = 1,3$ (o superiore, in funzione della morfologia del sito) per la categoria di profilo stratigrafico E.

Il nuovo Piano Strutturale, approvato con Delibera di C.C. n. 39 del 24.04.2017, definisce per l'area in oggetto le seguenti classi di pericolosità:

Pericolosità Geomorfologica G.1 – BASSA: Aree i cui processi geomorfologici e le caratteristiche litologiche, giaciture non costituiscono fattori predisponenti al verificarsi di processi morfoevolutivi.

Pericolosità Sismica S2 – Bassa: Zone suscettibili di instabilità di versante inattiva e che pertanto potrebbero subire una riattivazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici; zone stabili suscettibili di amplificazioni locali (che non rientrano tra quelli previsti per la classe di pericolosità sismica S.3).

Pericolosità Idraulica I.2 – MEDIA: Aree a pericolosità idraulica moderata e $Tr > 200$ anni.

Relativamente Variante PAI Idraulica – Bacino del Serchio, questa è stata adottata con Delibera n. 14 del 18 novembre 2019 ai sensi dell'art. 66 e 68 del D.Lgs 152/2006 (*“Variante generale funzionale all'adeguamento del PAI del fiume Serchio al Piano di gestione del rischio di alluvioni del distretto idrografico dell'Appennino Settentrionale”*). Tale variante per la parte idraulica ha introdotto misure di salvaguardia ai sensi dell'art. 65 comma 7 del D.Lgs 152/2006.

Nello specifico si evidenzia che gli interventi si localizzano in aree caratterizzate da **Pericolosità da alluvione bassa – P1**, nelle quali sono consentiti gli interventi previsti dagli strumenti urbanistici garantendo il rispetto delle condizioni di mitigazione e gestione del rischio idraulico (Art. 11 delle NTA del PGRA).

In riferimento alla LR 41/2018 (Disposizioni in materia di rischio di alluvioni e di tutela dei corsi d'acqua in attuazione del decreto legislativo 23 febbraio 2010, n. 49) si evidenzia che le aree oggetto degli interventi di completamento del Nuovo Asse Suburbano non sono interessate da scenari alluvionali frequenti ($Tr=30$ anni) e poco frequenti ($Tr=200$ anni), pertanto le opere stesse potranno essere realizzate senza il ricorso di specifici condizionamenti e prescrizioni dettati dalla suddetta legge.

Con richiamo al Progetto di Piano – PAI “dissesti geomorfologici”, adottato con Delibera della Conferenza Istituzionale Permanente n. 20 del 20 dicembre 2019, si evidenzia che le aree oggetto di intervento sono classificate come **P1 – Pericolosità geomorfologica bassa**. Nelle aree P1 sono da privilegiare le tipologie di intervento previste negli strumenti di governo del territorio che non determinano condizioni di instabilità e non modificano negativamente le condizioni e i processi geomorfologici dell'area e nelle zone potenzialmente interessate dagli interventi e dalle loro pertinenze (Art. 12 delle NTA del PAI).

In conclusione, analizzata la normativa vigente sotto il profilo geologico geomorfologico e idraulico, sia a livello comunale che sovra comunale, si evidenzia che l'intervento in progetto risulta compatibile con le suddette normative e con il contesto ambientale.

3. - INQUADRAMENTO GENERALE

Le aree oggetto di intervento ricadono nella porzione centro settentrionale della piana di Lucca, ed in particolare si collocano ad una distanza compresa tra circa 1,5-2,5 Km a nord-est rispetto al centro storico (v. FIG. 1 – COROGRAFIA).

La città di Lucca è situata nella porzione occidentale della stessa piana, la quale è solcata dal Fiume Serchio, ed è delimitata a nord dai monti denominati “Pizzorne”, costituenti i primi rilievi dell'Appennino Tosco-Emiliano. Sul lato nord-ovest ed ovest la piana di Lucca è delimitata dai “Monti di Oltreserchio”, che la separano dalla pianura costiera di Massaciuccoli, Torre del Lago, Viareggio, mentre a sud è delimitata dai Monti Pisani, che la separano dal Valdarno e dalla pianura pisana. Ad est la piana di Lucca è delimitata dai rilievi collinari di Porcari – Montecarlo e dalle colline delle Cerbaie, oltre la cittadina di Altopascio, che la separano dalla pianura del sistema Pescia – Nievole e dal Padule di Fucecchio. Nel settore di territorio compreso tra Altopascio ed i rilievi dei Monti Pisani è presente una zona pianeggiante che costituiva anticamente l'alveo del “Lago di Bientina”, attualmente bonificato. Attraverso quest'ultima pianura scorrono canali che drenano una parte delle acque della Piana di Lucca verso il Valdarno, sfociando poi nel Fiume Arno.

Il Fiume Serchio scorre all'interno di un alveo arginato e pensile nella porzione occidentale della pianura, sfociando nella zona di Migliarino – Marina di Vecchiano, dopo essere passato fra i Monti Pisani ed i Monti di Oltreserchio attraverso la soglia di Ripafratta – Filettole. La Città di Lucca, così come la zona oggetto di intervento, sono situate sulla sinistra idrografica del F. Serchio.

L'attuale conformazione geografica è rimasta sostanzialmente immutata nel corso del tempo a partire dal Pleistocene superiore (circa 126.000 anni) ad oggi, anche se si deve considerare che il corso del F. Serchio, anticamente non arginato e discretamente ramificato nella piana alluvionale, ha subito molte modifiche per effetto dell'azione dell'uomo in epoca storica, così come l'antico “Lago di Bientina” e le zone palustri ad esso collegate, che sono state bonificate a più riprese nel corso del tempo.

4. - INQUADRAMENTO GEOLOGICO E TETTONICO

Per quanto riguarda le condizioni geologiche delle aree di interesse dagli interventi queste si collocano nella piana costituita dall'affioramento di sedimenti alluvionali recenti ed attuali a composizione prevalente di limi sabbiosi (FIG. 2 – CARTA DI INQUADRAMENTO GEOLOGICO).

L'attuale assetto del bacino del F. Serchio è il risultato di una tettonica polifasata, comprendente più fasi deformative di tipo compressivo, responsabili dell'impilamento delle unità tettoniche e del loro assetto strutturale, nonché di tipo distensivo che hanno determinato il formarsi di alti e bassi strutturali, di cui la depressione della Garfagnana,

delimitata a est dalla dorsale appenninica e dal massiccio apuano ad ovest, è l'espressione più evidente.

Relativamente alla fase tettonica distensiva la maggior evidenza è rappresentata dalla stessa valle del F. Serchio, nel tratto a nord della confluenza del T. Lima fino circa all'altezza della Pania di Corfino che corrisponde, come è noto, alla zona più ribassata di una stretta depressione tettonica allungata in direzione NO-SE. Infatti un sistema di faglie appenniniche, fra loro parallele, immerge verso est e caratterizza il lato occidentale della depressione (costituendo anche il versante della valle stessa), mentre, sul lato orientale, si allinea con la stessa direzione una serie di faglie immergenti verso occidente. Tale depressione, interposta tra le strutture tettonicamente più sollevate dell'area apuana a ovest e della dorsale appenninica a oriente, fu descritta come una “*Graben*”, impostato su una struttura sinclinale del substrato. La zona più ribassata della depressione, che in diverse porzioni contiene sedimenti del ciclo lacustre, appare confinata entro due fasci principali di faglie ad opposta immersione.

Pertanto l'origine della Pianura di Lucca, costituente un bacino intermontano, è da ricollegarsi allo sviluppo delle depressioni tettoniche che cominciarono a delinearsi nella struttura dell'Appennino Settentrionale a partire dal Miocene superiore. Tale depressione, corrispondente ad un'area tettonicamente subsidente, fu sede di sedimentazioni a partire dal Pliocene / Pleistocene inferiore, e costituisce il prolungamento verso SE del suddetto “*Graben*” del Serchio.

Dal punto di vista geologico stratigrafico la Piana di Lucca è caratterizzata dalla presenza di un orizzonte di ciottoli, ghiaie e sabbie di considerevole spessore, sede di una ricca falda idrica, depositato dal Fiume Serchio al disopra di più antichi sedimenti lacustri prevalentemente argillosi e argilloso-sabbiosi (Depositi del Ciclo Lacustre di Montecarlo – Villafranchiano) che affiorano e costituiscono a Nord i rilievi collinari di Monte San Quirico. Al disopra del livello prevalentemente ciottoloso vi è, in tutta la piana, una copertura di depositi alluvionali fini (sabbie, limi, argille) di spessore variabile ma generalmente crescente da nord verso sud. La granulometrica di tali depositi decresce invece allontanandosi dall'asta del Serchio con aree prevalentemente limo sabbiose nella parte centro settentrionale della Piana (“*Bellettone*”) e limo argilloso con depositi d'ambiente palustre (torbe) nella zona centro meridionale (area del Bientina).

Dal punto di vista morfometrico la Pianura di Lucca è contraddistinta da un andamento pressoché pianeggiante (pendenza media pari allo 0.24%) con quote variabili fra 40 metri slm di Ponte a Moriano e i 10 metri delle aree più depresse. In dettaglio il lotto esaminato è pianeggiante e non interessato da fenomeni d'instabilità gravitativi potenziali o in atto.

In dettaglio il tracciato stradale nel tratto da via dell'Acquacalda a via S.S. Annunziato si sviluppa tra le quote di circa 22,0 metri e 19,8 metri, mentre nel tratto tra via Vecchia Pesciatina e via Castracani le quote sono comprese tra circa 17,9 metri e 17,2 metri.

5. - LINEAMENTI IDROGEOLOGICI

La Piana di Lucca è sede di un importante acquifero principale che si localizza in corrispondenza dell'orizzonte ghiaioso-sabbioso, posto al disotto dell'orizzonte di copertura superficiale composto prevalentemente da limi, argille e sabbie prevalenti ("bellettone").

Sulla base dei dati ricavati dalla Relazione Geologica redatta dal Dott. Geol. Ilaria Nardi (ottobre 2014) si fa presente che nell'area l'acquifero principale è compreso fra circa 14-19 metri (porzione nord del tracciato) ad oltre 30 metri (porzione sud del tracciato) di profondità dal piano di campagna. Tale acquifero presenta le seguenti caratteristiche:

- Elevata permeabilità $K_{media} = 10^{-3} / 10^{-4} \text{ m/sec}$
- Elevata trasmissività $K_{media} = 5 \times 10^{-2} \text{ m}_2/\text{sec}$

Sono comunque riscontrabili circolazioni idriche, anche se con minore rilevanza ed importanza, anche negli orizzonti più superficiali, soprattutto in corrispondenza dei livelli più permeabili (sabbie, sabbie-limose). A tale proposito le misure piezometriche ricavate da dati bibliografici a disposizione indicano delle soggiacenze di massima comprese tra circa 2,50-3,00 metri in corrispondenza del tratto del tracciato a nord e di 2,50-2,00 metri nel tratto a sud.

6. - RICOSTRUZIONE DEL MODELLO LITOSTRATIGRAFICO, GEOTECNICO E SISMICO DEI TERRENI

La ricostruzione del modello litostratigrafico del sottosuolo e la relativa parametrizzazione geomeccanica, nonché le caratteristiche sismostratigrafiche del sottosuolo, sono state desunte da dati ottenuti da indagini geognostiche e sismiche effettuate in occasione degli studi di Microzonazione Sismica di livello 1 e sulla base dei dati reperiti nella Relazione Geologica del 2004 redatta dal Dott. Geol. Ilaria Nardi.

In dettaglio per tale ricostruzione sono state analizzate le seguenti indagini a disposizione costituite da:

- n. 6 pozzi a stratigrafia nota;
- n. 11 prove penetrometriche con modalità di avanzamento sia statico (CPT) che dinamico (SPT);
- n. 3 sondaggi a carotaggio continuo;
- n. 5 misure di rumore (HVSr);
- n. 2 stese sismiche a rifrazione.

Nella FIG. 4 – SEZIONE GEOLOGICO-GEOTECNICA è riportato l'andamento litostratigrafico e i relativi rapporti geometrici dei veri orizzonti di terreno lungo la sviluppo del tracciato.

Le elaborazioni delle indagini di riferimento hanno evidenziato che l'area di interesse può essere sostanzialmente rappresentata dalla sovrapposizione di tre orizzonti litotecnici composti da:

Un primo orizzonte più superficiale costituito da limi, limi argillosi e limi sabbiosi, comunemente denominato “bellettone”, che si caratterizza con profondità variabili lungo l'asse del tracciato stradale, passando da spessori di circa 1,0 metro (pozzo 178) a circa 8,0 metri (pozzo 139).

Un secondo orizzonte costituito da sabbie e sabbie ghiaiose presente dalla profondità di circa 1,0 metro (pozzo 178) sino ad oltre 30 metri (pozzo 330). Come evidenziato nella Fig. 4 il tetto di tale orizzonte si trova, lungo il tracciato, a profondità variabili; difatti in corrispondenza del tratto stradale da via dell'Acquacalda fino alla S.S. Annunziata il tetto dell'orizzonte è presente a profondità comprese tra 2,0 e 4,3 metri (le profondità maggiori si riscontrano in corrispondenza della zona dove verrà realizzato il cavalcavia circa 4,0-4,3 metri), mentre nel tratto compreso tra la via Vecchia Pesciatina e via Castracani la profondità del tetto è compresa tra circa 6,0-7,0 metri. Relativamente alla base dell'orizzonte si evidenzia che questa si approfondisce in modo relativamente regolare procedendo da nord verso sud.

Al disotto di tali orizzonti è presente un substrato costituito da argille limose talvolta debolmente sabbiose sovraconsolidate, di colore grigio azzurro, il cui tetto è rinvenuto dalla profondità di circa 13,2 metri fino ad oltre 30 metri (zona sud del tracciato stradale in progetto).

Relativamente alle caratteristiche sismo-stratigrafiche dell'area di interesse questa è stata ricostruita sulla base di n. 5 misure di rumore HVSR a stazione singola, consistente nel calcolo del rapporto (indicato con H/V) della media delle componenti orizzontali rispetto alla componente verticale dello spettro di Fourier del rumore ambientale; oltre a queste sono state considerate n. 2 prospezioni sismiche a rifrazione con onde P e onde di taglio SH. Quest'ultima tecnica si basa sulla misura dei tempi di primo arrivo delle onde sismiche (P o SH) generate in superficie da una sorgente sismica e captate da ricevitori, anch'essi posizionati in superficie lungo un allineamento a diverse distanze dalla sorgente. I tempi di primo arrivo, correlati alle diverse distanze sorgente-ricevitore, permettono il calcolo delle geometrie del sottosuolo e delle velocità di propagazione delle onde sismiche.

In dettaglio, analizzando ed elaborando i dati, si evidenzia che in corrispondenza del tratto nord del tracciato si hanno le seguenti velocità delle onde sismiche di taglio SH distinte per i tre orizzonti sopra descritti:

Orizzonte 1	$V_s = 220-260$ m/s
Orizzonte 2	$V_s = 440-460$ m/s
Orizzonte 3	$V_s = 700-730$ m/s

Mentre nella porzione sud del tracciato si sono riscontrati i seguenti “range” di velocità delle onde sismiche:

Orizzonte 1	$V_s = 330-410$ m/s
Orizzonte 2	$V_s = 440-490$ m/s
Orizzonte 3	$V_s = 600$ m/s

Riassumendo la stratigrafia media del sito, comprensiva dei parametri geomeccanici medi nonché delle caratteristiche sismo-stratigrafiche desunte dalle indagini di riferimento, può essere riassunta e schematizzata così come riportato nella tabella sottostante:

DESCRIZIONE	PROFONDITÀ (m)	ϕ (°)	C_u (Kg/cm ²)	γ (t/m ³)	mv (cm ² /Kg)	V_s m/s
Limi, limi sabbiosi debolmente argillosi caratterizzati da uno stato di addensamento e consistenza da basso a medio	0,0 a 1,0-8,0	25-31	0,25-0,70	1,80	0,009 0,031	220-410
Ghiaie in matrice limoso sabbiosa prevalente con grado di addensamento da medio ad elevato	1,0-8,0 a 13,2 ad oltre 30,0	31-37	0,70-1,00	1,90	0,003 0,009	440-490
Argille limose talvolta debolmente sabbiose fortemente sovraconsolidate, di colore grigio-azzurro e grado di consistenza duro, con elevata resistenza a rottura, bassissima compressibilità, praticamente impermeabili	13,2 ad oltre 30,0 in poi	-	>3,0	2,20	<0,002	600-730

Dove:

ϕ è il valore medio dell'angolo di attrito medio espresso in gradi;

C_u è il valore medio della coesione non drenata espressa in Kg/cm²;

γ è il valore medio del peso di volume espresso in t/m³;

mv è il valore medio del coefficiente di compressibilità volumetrica espresso in cm²/Kg;

V_s è il valore medio della velocità sismica delle onde di taglio espressa in m/s.

7. - VALUTAZIONE DEI PARAMETRI PER IL CALCOLO DELL'AZIONE SISMICA

7.1 – Progettazione ai sensi del D.M. 17.01.2018

Considerata la riclassificazione del territorio regionale approvata recentemente dal Del.G.R. n. 421 del 2014 in sostituzione della DGR n. 878 del 08.10.2012 e a sua volta dalla Del.G.R. n. 431 del 16.06.2006, il Comune di Lucca è stato riconfermato come sismico e in “zona 3”.

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, l'effetto della risposta sismica locale si valuta mediante specifiche analisi, da eseguire con le modalità indicate nel paragrafo 7.11.3 (Risposta sismica locale). In alternativa, qualora le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni siano riconducibili alle categorie definite nella Tab. 3.2.II, si può fare riferimento a un approccio semplificato che si basa sulla classificazione sismica del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio V_s . I valori dei parametri meccanici necessari per le analisi di risposta sismica locale o della velocità V_s per l'approccio semplificato costituiscono parte integrante della caratterizzazione geotecnica dei terreni compresi nel volume significativo, di cui al paragrafo 6.2.2 (D.M. 17.01.2018).

7.2 – Categoria del suolo di fondazione

Nel caso in esame la categoria di sottosuolo è stata ottenuta sulla base degli studi redatti in occasione della formazione del Piano Operativo Comunale, ed in particolare si è fatto riferimento alla Tav. QG 10 Centro – Carta delle categorie di sottosuolo, dalla quale si evidenzia che il tracciato risulta ricompreso nelle “**Aree con categoria di sottosuolo B** accertato tramite indagine sismica e presunto da dati stratigrafici”.

Categoria B: Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.

7.3 – Caratterizzazione della superficie topografica

Per condizioni topografiche complesse è necessario predisporre specifiche analisi di risposta sismica locale. Per configurazioni topografiche semplici si può adottare la classificazione di cui alla Tab.3.2III del D.M. 17.01.2018:

Tab. 3.2.III – Categorie topografiche

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Nel caso in esame, essendo la superficie topografica su cui si svilupperà il tracciato stradale praticamente pianeggiante, si attribuisce una “categoria topografica T1” avente un fattore $St=1$ (Tab.3.2.V).

Tab. 3.2.V – Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica S_T

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S_T
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media minore o uguale a 30°	1,2
T4	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media maggiore di 30°	1,4

7.4 – Vita nominale di progetto

La vita nominale di progetto V_N di un'opera è convenzionalmente definita come il numero degli anni nel quale è previsto che l'opera, purché soggetta alla necessaria manutenzione, mantenga specifici livelli prestazionali (Tab.2.4.I).

Tab. 2.4.I – Valori minimi della Vita nominale V_N di progetto per i diversi tipi di costruzioni

TIPI DI COSTRUZIONI		Valori minimi di V_N (anni)
1	Costruzioni temporanee e provvisorie	10
2	Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari	50
3	Costruzioni con livelli di prestazioni elevati	100

Pur rimanendo competenza del Progettista strutturale delle opere l'attribuzione della vita nominale del progetto, al fine della determinazione dei parametri sismici è stato considerato un $V_N = 50$ anni.

7.5 – Periodo di riferimento dell'azione sismica

Le azioni sismiche sulle costruzioni vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento V_R che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicando la vita nominale di progetto V_N per il coefficiente d'uso C_U applicando la seguente formula:

$$V_R = V_N \times C_U$$

Il valore del coefficiente C_U è definito in funzione della classe d'uso del progetto secondo seguente tabella (Tab.2.4.II):

Tab. 2.4.II – Valori del coefficiente d'uso C_U

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE C_U	0,7	1,0	1,5	2,0

Con riferimento alla classe d'uso dell'intervento, che si riferisce alle conseguenze di operatività o di un eventuale collasso, alle opere in progetto è stato attribuito una Classe III: "Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività

pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti nella Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un eventuale collasso”.

7.6 – Parametri e coefficienti sismici

Qui di seguito vengono forniti i valori dei parametri (a_g , F_0 e T^*c) e dei coefficienti sismici utili al Progettista per ricostruire lo spettro di risposta elastico ad eseguire le verifiche SLU e SLE in condizioni sismiche, ovvero SLV (stato limite di salvaguardia della vita), SLC (stato limite di prevenzione del collasso), SLO (Stato limite di operatività) e SLD (stato limite di danno). Tali parametri sono stati determinati attraverso l'utilizzo di un software realizzato dalla “Geostru”.

Di seguito si riporta la sintesi dei parametri di sito necessari ai fini del calcolo dell'azione sismica tramite l'applicazione del software sopraindicato.

Parametri sismici

SITO IN ESAME

latitudine:	43,8617596669391
longitudine:	10,5267788020786
Classe:	3
Vita nominale:	50

SITI DI RIFERIMENTO

Sito 1	ID: 19604	Lat: 43,8471	Lon: 10,5092	Distanza: 2159,911
Sito 2	ID: 19605	Lat: 43,8488	Lon: 10,5785	Distanza: 4386,914
Sito 3	ID: 19383	Lat: 43,8988	Lon: 10,5761	Distanza: 5704,994
Sito 4	ID: 19382	Lat: 43,8970	Lon: 10,5068	Distanza: 4235,764

PARAMETRI SISMICI

Categoria sottosuolo:	B
Categoria topografica:	T1
Periodo di riferimento:	75anni
Coefficiente c_u :	1,5
Operatività (SLO):	
Probabilità di superamento:	81 %
T_r :	45 [anni]
a_g :	0,052 g
F_0 :	2,544
T^*c :	0,250 [s]
Danno (SLD):	
Probabilità di superamento:	63 %
T_r :	75 [anni]

ag:	0,063 g
Fo:	2,562
Tc*:	0,266 [s]

Salvaguardia della vita (SLV):	
Probabilità di superamento:	10 %
Tr:	712 [anni]
ag:	0,152 g
Fo:	2,385
Tc*:	0,295 [s]

Prevenzione dal collasso (SLC):	
Probabilità di superamento:	5 %
Tr:	1462 [anni]
ag:	0,191 g
Fo:	2,384
Tc*:	0,305 [s]

COEFFICIENTI SISMICI

SLO:	
Ss:	1,200
Cc:	1,450
St:	1,000
Kh:	0,013
Kv:	0,006
Amax:	0,615
Beta:	0,200

SLD:	
Ss:	1,200
Cc:	1,430
St:	1,000
Kh:	0,015
Kv:	0,008
Amax:	0,744
Beta:	0,200

SLV:	
Ss:	1,200
Cc:	1,400
St:	1,000
Kh:	0,044
Kv:	0,022
Amax:	1,783
Beta:	0,240

SLC:	
Ss:	1,200

Cc:	1,400
St:	1,000
Kh:	0,055
Kv:	0,028
Amax:	2,248
Beta:	0,240

Le coordinate espresse in questo file sono in ED50

Coordinate WGS84

latitudine: 43.860798

longitudine: 10.525778

7.7 – Suscettibilità alla liquefazione

Il potenziale di liquefazione prodotto per tensioni cicliche derivate da un evento tellurico nasce dall'istantaneo incremento delle pressioni neutre sottoposte ad accelerazione sismica, che possono comportare il totale annullamento delle pressioni effettive intergranulari, determinando il completo decadimento della resistenza tangenziale di un terreno a comportamento esclusivamente granulare. Perché ciò possa accadere occorre che il sedimento non sia dotato di coesione e che il drenaggio non sia talmente rapido da avvenire istantaneamente. Con riferimento al paragrafo 7.11.3.4.2 del T.U. - Norme Tecniche per le costruzioni (D.M. 17.01.2018) si ritiene che i terreni di fondazione, in relazione alle loro caratteristiche litostratigrafiche, siano caratterizzati da una bassa propensione alla liquefazione durante un evento sismico.

Tale considerazione di cui sopra, deriva dalla presenza di terreni a prevalente composizione fine costituiti da limi, limi sabbiosi e argillosi che raggiungono la profondità massima di circa 8,00 metri dal piano di campagna, cui segue un orizzonte di ciottoli, ghiaie e sabbie addensate caratterizzato da ottimi parametri geomeccanici che si estende dalla profondità di circa 14 metri fino ad oltre 30 metri, cui un orizzonte di argille più o meno sabbiose molto consistenti, praticamente impermeabile. Tali caratteristiche litostratigrafiche e litotecniche dei terreni escludono problematiche particolari in merito al verificarsi di aumenti della pressione interstiziale caratterizzata da deformazioni permanenti significative, o l'annullamento degli sforzi efficaci del terreno.

Si precisa comunque che tali valutazioni hanno carattere preliminare e sono basate su dati geognostici e sismici di riferimento. Pertanto in merito a tale fenomeno questo dovrà essere approfondito nella fase definitiva ed esecutiva della progettazione, tramite specifiche indagini (geognostiche e sismiche) da ubicarsi in corrispondenza dell'effettiva area occupata dalla sede stradale stessa ed eseguendo le opportune verifiche finalizzate alla determinazione del coefficiente di sicurezza alla liquefazione alle profondità in cui potrebbero essere presenti terreni potenzialmente liquefacibili. Tale coefficiente di sicurezza viene definito dal rapporto tra la resistenza disponibile alla liquefazione e la sollecitazione dal terremoto di progetto (7.11.3.4.1 – NTC 2018).

8. - **ORIENTAMENTI GEOTECNICI PRELIMINARI**

L'intero tracciato stradale in progetto, che prevede anche la realizzazione di un cavalcavia in corrispondenza dell'intersezione con via delle Ville e della linea ferroviaria Lucca – Castelnuovo, si svilupperà su di un'area avente una morfologia praticamente pianeggiante e pertanto non sussistono problematiche in ordine a processi morfogenetici potenziali o in atto.

Dal punto di vista litotecnico si evidenzia che la strada e gli eventuali rilevati stradali andranno ad attestarsi in corrispondenza del primo orizzonte litotecnico prevalentemente limo-sabbioso caratterizzato da valori dell'angolo di attrito da bassi a medi e coefficienti di compressibilità volumetrica che talora possono assumere valori significativi. Pertanto in fase di progettazione definitiva ed esecutiva sarà necessario realizzare un approfondimento geotecnico del sottosuolo mediante l'esecuzione di indagini geognostiche finalizzate ad una ricostruzione del modello geologico-geotecnico del sottosuolo, al fine di valutare con esattezza gli eventuali cedimenti assoluti e/o differenziali a cui le porzioni di tracciato stradale, che si sviluppano in rilevato, potranno essere soggette.

Relativamente alla realizzazione del cavalcavia si fa presente che nella zona di interesse lo spessore della copertura limosa sabbiosa, sulla base delle indagini di riferimento, è di circa 3,5-4,0 metri, mentre l'orizzonte ciottoloso ghiaioso sottostante raggiunge profondità comprese tra circa 20,0-22,0 metri. Pertanto gli approfondimenti necessari nelle varie fasi del progetto dovranno comprendere uno specifico studio di carattere geotecnico e sismico da attuarsi, ad esempio, mediante la realizzazione di sondaggi geognostici a carotaggio continuo con prelievo di campioni di terreno indisturbati, analisi sismiche tipo down-hole, monitoraggio del livello di falda ecc., il tutto finalizzato ad una corretta progettazione delle opere di fondazione del cavalcavia.

Dal punto di vista idrografico l'area su cui si svilupperà il nuovo tracciato è caratterizzata dalla presenza di canali irrigui non appartenenti al reticolo idrografico di cui alla LR 79/2012. Tali canali scorrono prevalentemente con direzione circa NE-SW in corrispondenza della porzione nord del tracciato in progetto, mentre nella zona sud del nuovo tracciato tali canali tendono a disporsi nelle direzioni sia nord-sud che est-ovest.

Pertanto alcuni dei canali esistenti risultano intersecanti il tracciato stradale di progetto (vedi Fig. 5 – PLANIMETRIA DEL RETICOLO IDROGRAFICO), ed in particolare saranno interessati:

- Condotto Pubblico e Canaletta dei Franchi a nord
- Canaletta SS Annunziata a sud

Risulta quindi necessario che a livello delle successive progettazioni (definitiva ed esecutiva) dovranno essere predisposti adeguati studi idraulici necessari per un corretto dimensionamento degli attraversamenti.

Lucca, 01 marzo 2021

Ordine dei Geologi della Toscana n. 877

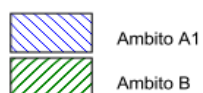
Dott. Geol. Alessandro Paoli

ESTRATTI CARTOGRAFICI

CARTA DEGLI AMBITI A1 E B E DELLE AREE DI PERTINENZA FLUVIALE (Estratto Tav. 10 RU)



Ambiti A1 e B
(Del. C.R.T. n. 12/2000)



Aree di pertinenza fluviale
(Del. C.P. n. 189/2000)



CARTA DELLA PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA E GEOTECNICA (Estratto Tav. 10 RU)



Pericolosità geotecnica delle aree di pianura

	21	BASSA	Corrisponde ad una situazione geologico--tecnica apparentemente stabile sulla quale tuttavia permangono alcuni dubbi, prevalentemente di carattere geotecnico in relazione alle opere edilizie che potranno essere realizzate nell'area stessa, che comunque potranno essere chiariti a livello di indagine geognostica di supporto alla progettazione edilizia, svolta anche in riferimento ai fenomeni di ritiro e rigonfiamento dei terreni superficiali a prevalente componente argillosa.
---	----	-------	--

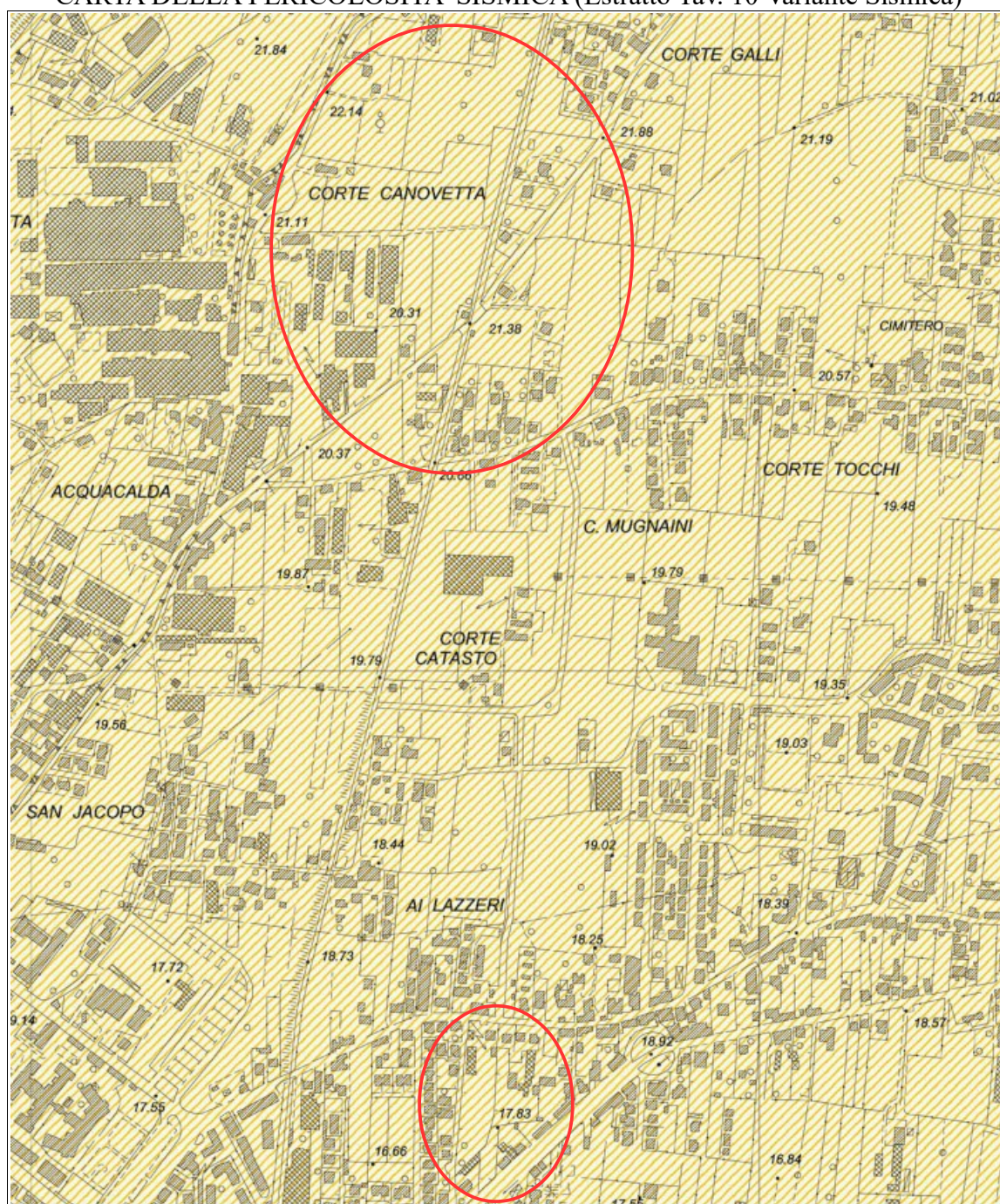
CARTA DELLA PERICOLOSITA' IDRAULICA (Estratto Tav. 10 RU)



	2i	BASSA	Aree di pianura: - prive di notizie storiche di precedenti inondazioni; - con notizie storiche di ristagni con frequenza ricorrente o inferiore di classe I.
--	----	-------	--

	2i	FATTIBILITA' GEOTECNICA CON NORMALI VINCOLI DA PRECISARE A LIVELLO DI PROGETTO
	3i	FATTIBILITA' IDRAULICA CONDIZIONATA

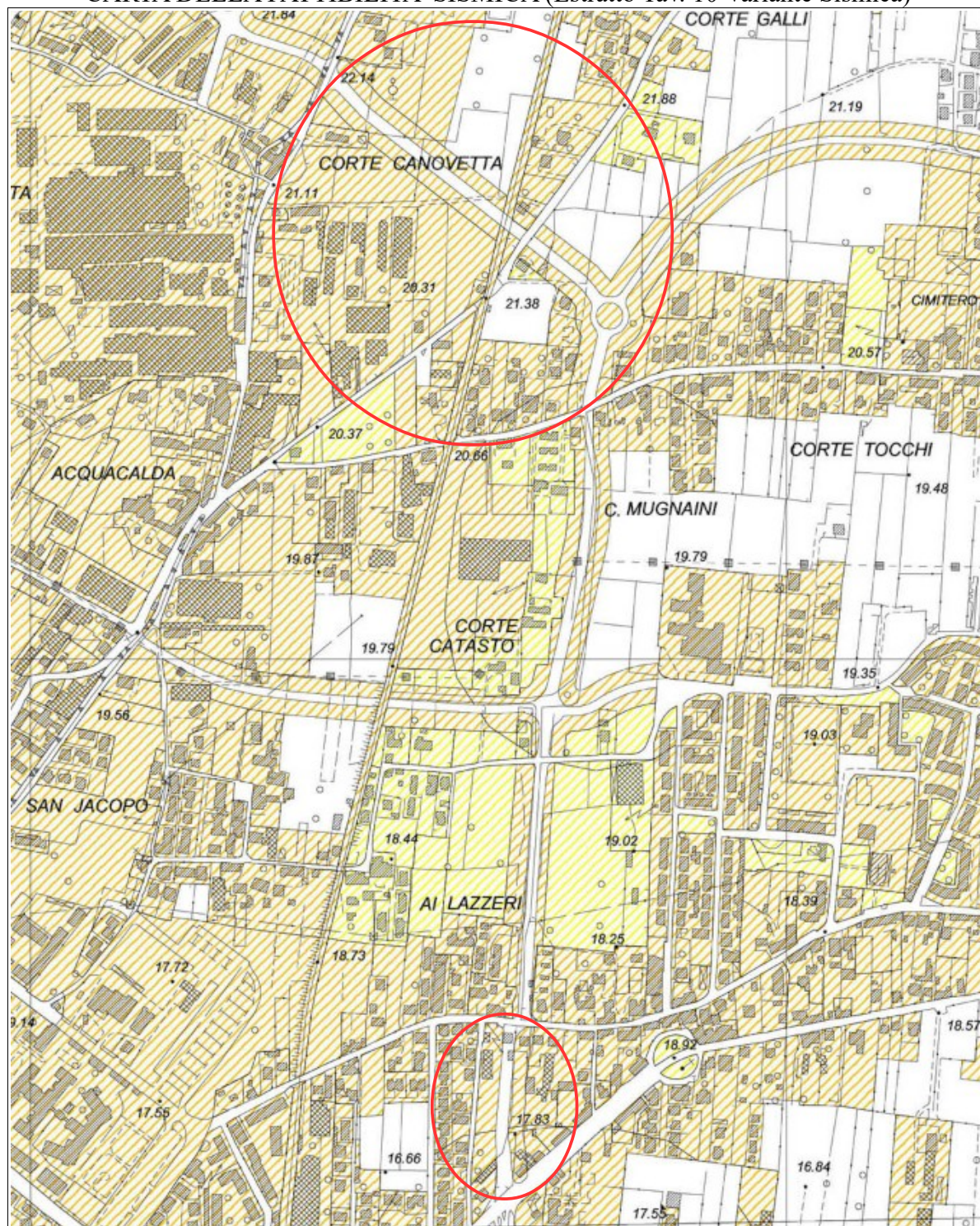
CARTA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA (Estratto Tav. 10 Variante Sismica)



Pericolosità da fenomeni sismici

	3t	MEDIA	Aree non interessate da fenomeni attivi, suscettibili, per costituzione geologica e/o morfologica, di subire fenomeni di moderata amplificazione della sollecitazione sismica, senza deformazioni permanenti del suolo.
	4t	ELEVATA	Aree interessate da fenomeni attivi. Aree non interessate da fenomeni attivi, suscettibili, per costituzione geologica e/o morfologica, di subire deformazioni permanenti del suolo e/o fenomeni di elevata amplificazione della sollecitazione sismica.

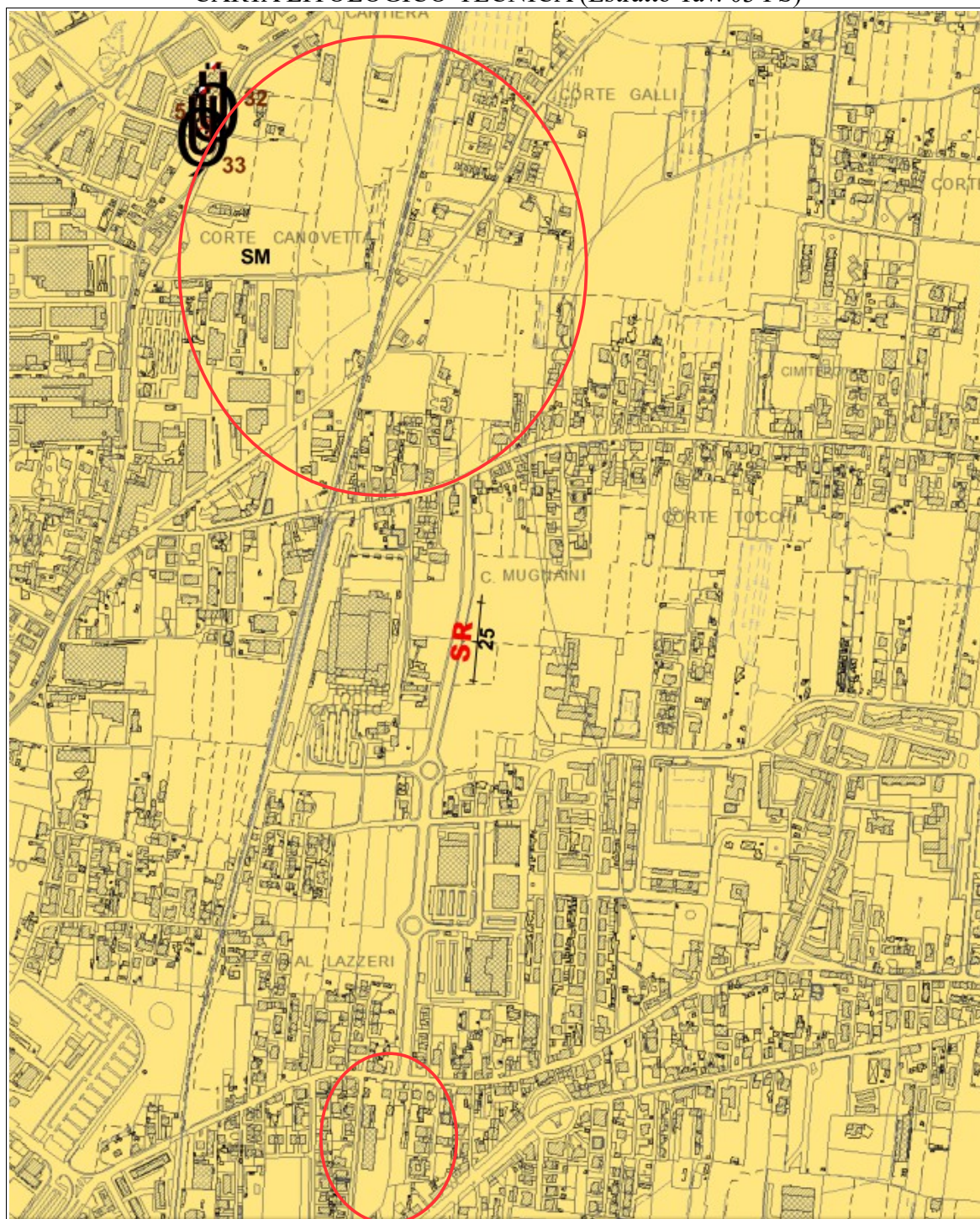
CARTA DELLA FATTIBILITA' SISMICA (Estratto Tav. 10 Variante Sismica)



CLASSI DI FATTIBILITA' SISMICA

Classe	Caratteri
3t	FATTIBILITA' CONDIZIONATA PER FENOMENI SISMICI
3tt	
4t	FATTIBILITA' LIMITATA PER FENOMENI SISMICI
4tt	

CARTA LITOLOGICO-TECNICA (Estratto Tav. 03 PS)



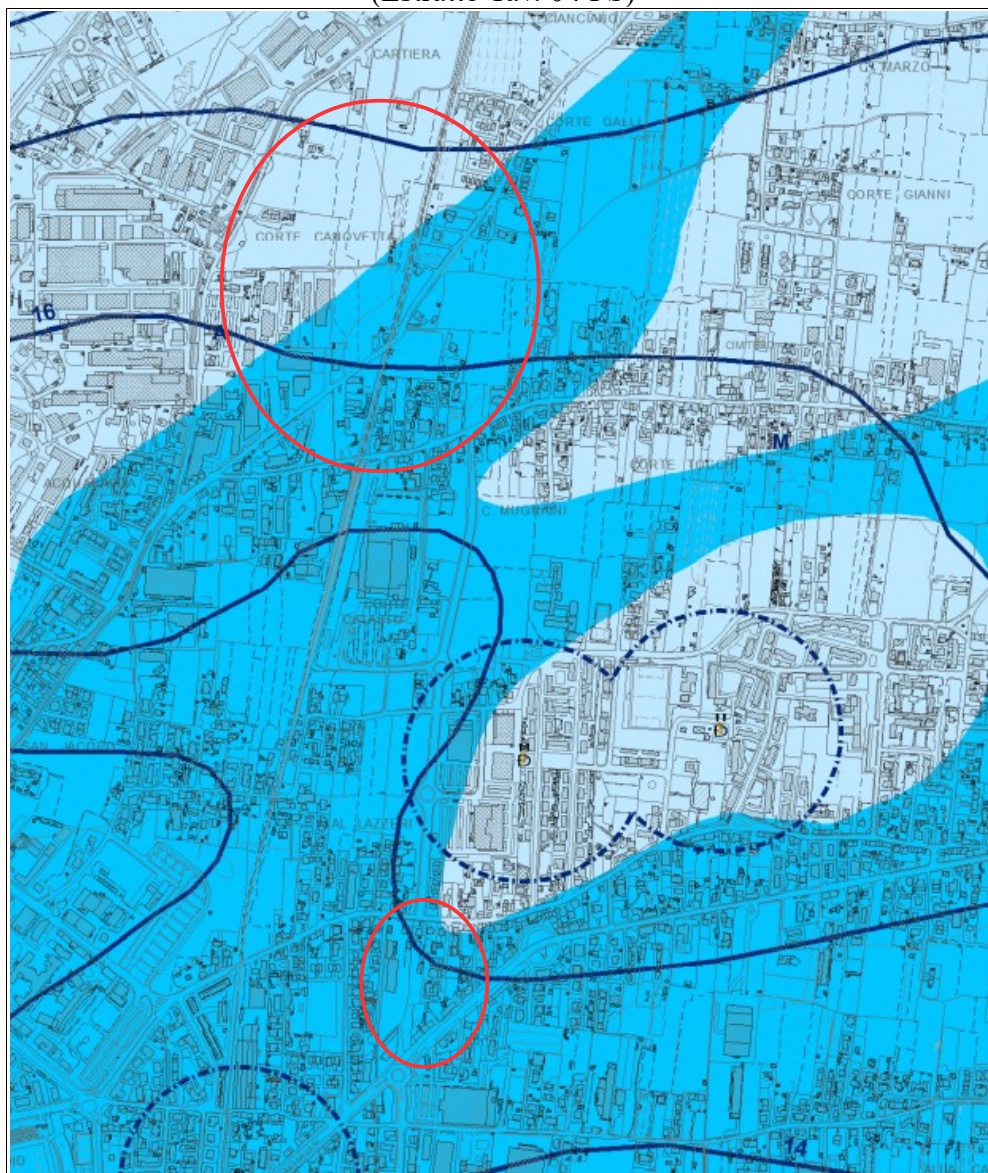
SW

Sabbie pulite e ben assortite, sabbie ghiaiose

SM

Sabbie limose, miscela di sabbia e limo

CARTA IDROGEOLOGICA E DELLA VULNERABILITA' DEGLI ACQUIFERI (Estratto Tav. 04 PS)



AREE COLLINARI E VALLIVE

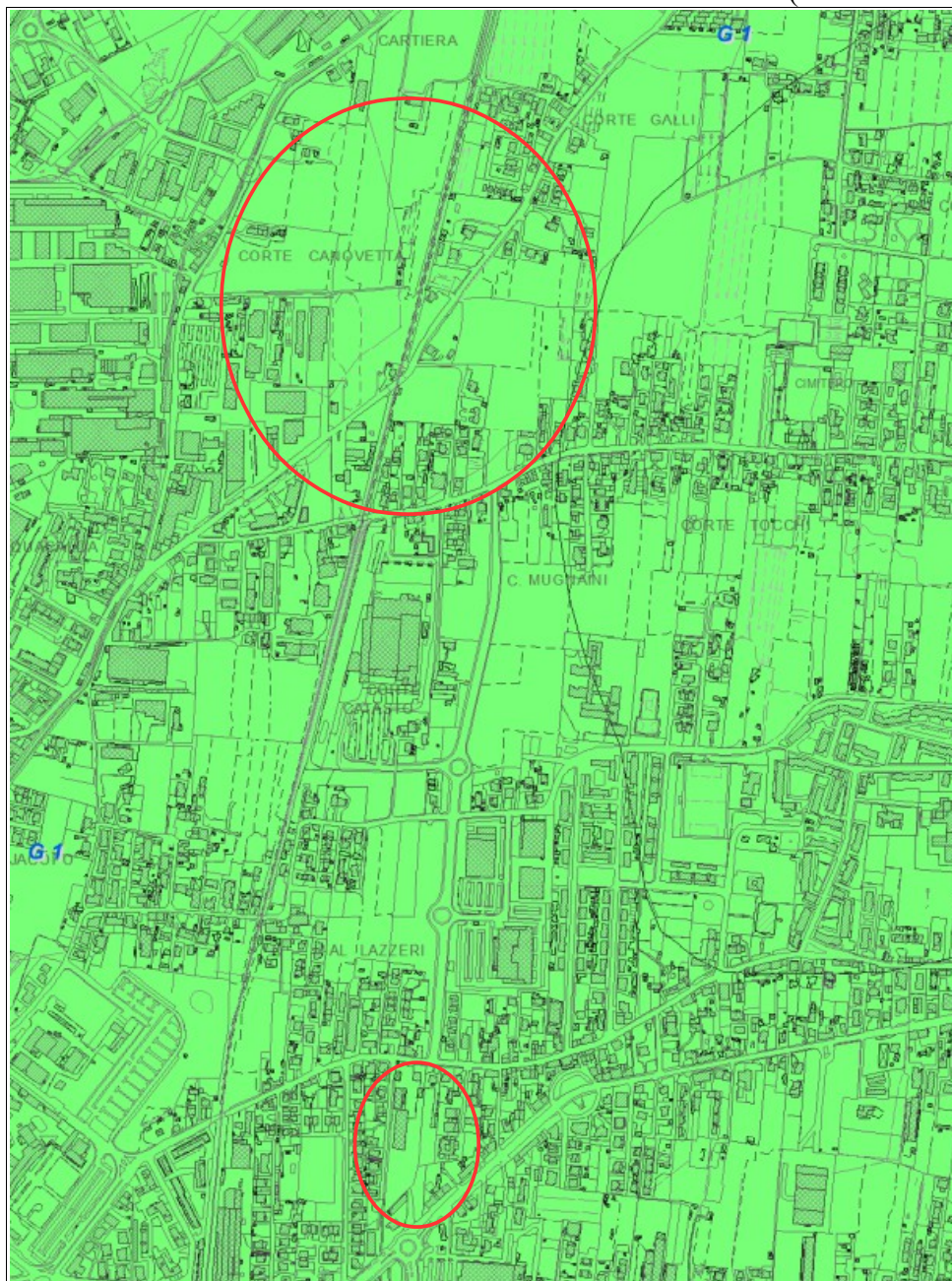
PIANA DI LUCCA

Metodologia impiegata: zonazione per aree omogenee

Metodologia impiegata: parametrica
a punteggi e pesi (SINTACS)

Grado di vulnerabilità	Tipo di acquifero	Punteggio grezzo
EE Estr. elevato	Rete acquifera in complessi carbonatici fratturati e a carsismo molto sviluppato	260-210
E Elevato	Rete acquifera in complessi carbonatici stratificati, interessati da carsismo e da limitati interstrati argillitici e/o marnosi	210-186
A Alto	Rete acquifera in complessi carbonatici stratificati, interessati da un moderato carsismo e da interstrati argillitici e/o marnosi. Falda acquifera libera in materiali a granulometria mista, con scarsa o nulla copertura.	186-140
M Medio	Reti acquifere in arenarie molto fratturate. Falda acquifera libera in depositi continentali a granulometria mista, sciolti o parzialmente cementati. Complessi flysciodici costituiti da alternanze di litotipi calcareo-arenacei ed argillitico-marnosi con circolazione idrica limitata e compartimentata. Reti acquifere in quarziti sedimentarie e metamorfiche molto fratturate	140-105
B Basso	Complessi flysciodici costituiti da alternanze di litotipi calcareo-arenacei ed argillitico-marnosi con circolazione idrica modesta e compartimentata. Depositi prevalentemente argillosi o argilloso-limoso-sabbiosi praticamente privi di circolazione idrica sotterranea. rocce metamorfiche di epi-meso-catazona poco fratturate. Reti acquifere in quarziti sedimentarie e metamorfiche.	105-80
BB Bassissimo	Complessi marnosi ed argillitici con circolazione idrica da assente a molto modesta. Complessi caotici argillitico-calcarei-arenacei con circolazione idrica molto compartimentata e limitata.	80-0
Isopieze del tetto della falda e quota in m s.l.m. (campagna maggio 2007 - Progetto LIFE: Serial Wellfir)		

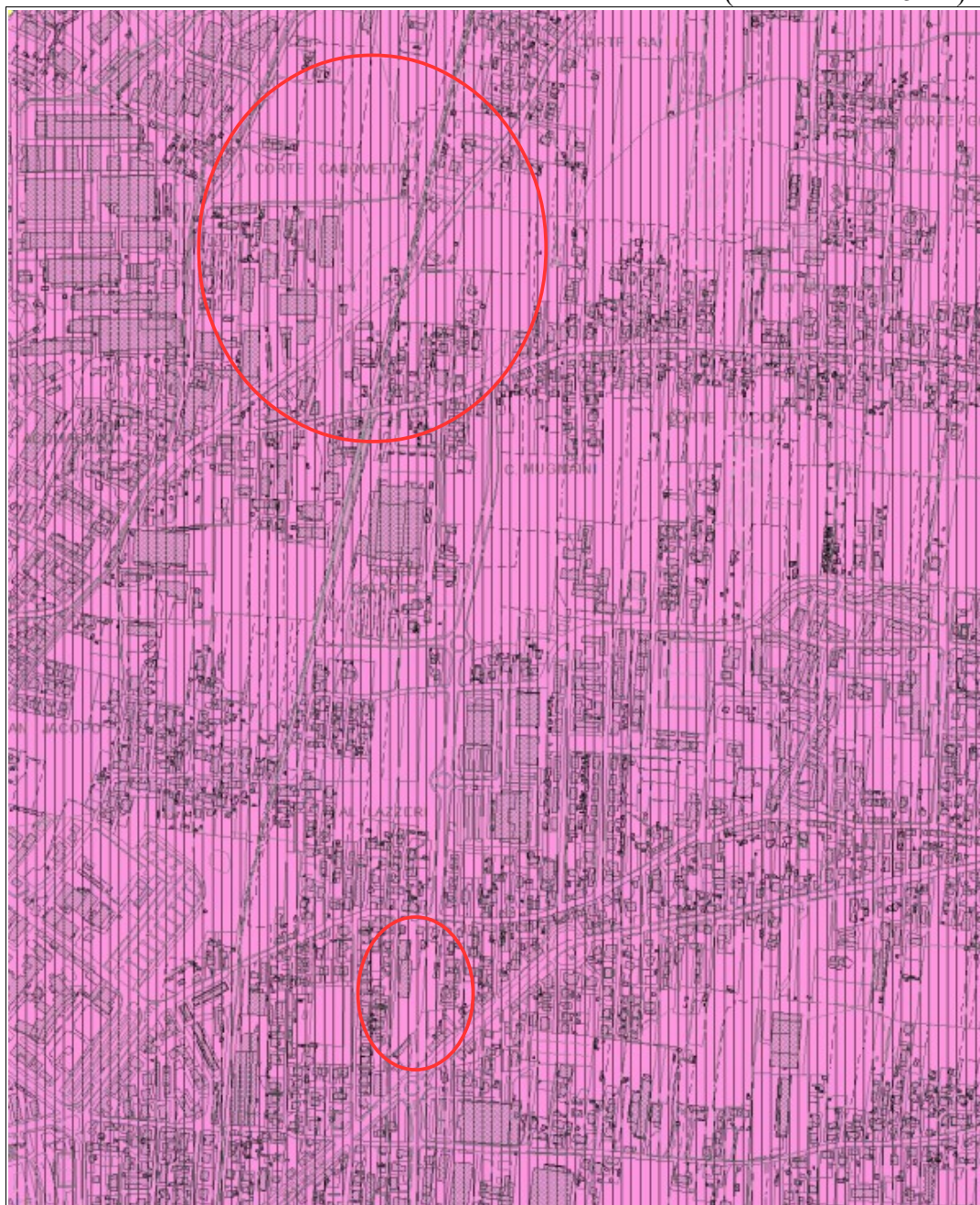
CARTA DELLE AREE A PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA (Estratto Tav. 05 PS)



CLASSI DI PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA

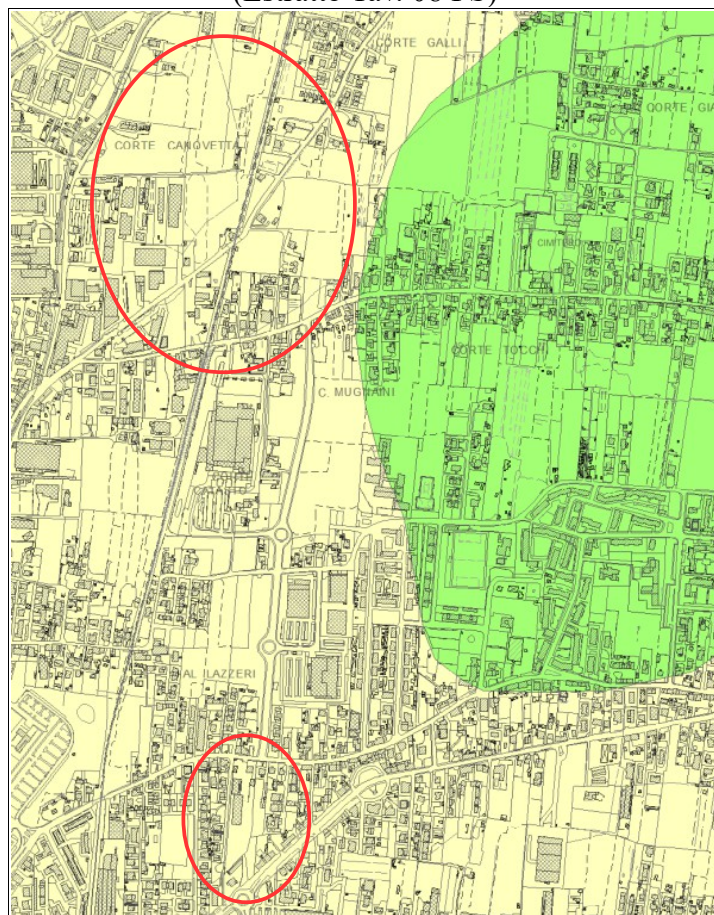
	Classe	Pericolosità	Caratteri
	G.1	BASSA	Aree in cui i processi geomorfologici e le caratteristiche litologiche, giaciture non costituiscono fattori predisponenti al verificarsi di processi morfoevolutivi.

CARTA DELLE AREE A PERICOLOSITA' IDRAULICA (Estratto Tav. 15 PS)

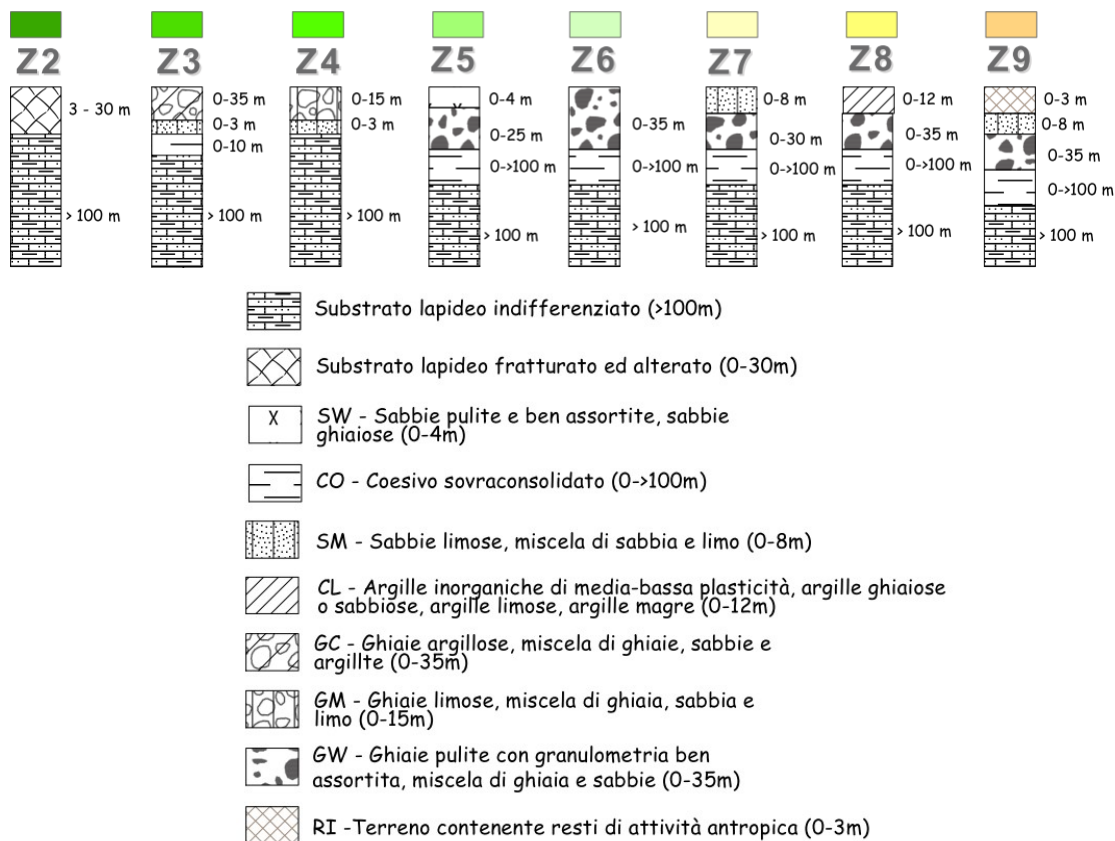


Classificazione regolamento 53/R	Classificazione Norme di PAI	Caratteri
I.1 BASSA		Territorio in condizioni di sicurezza idraulica
I.2 MEDIA		Aree a pericolosità idraulica moderata individuate su base storica e morfologica
I.2 MEDIA	BP P2a	Aree a pericolosità idraulica moderata e $Tr > 200$ anni

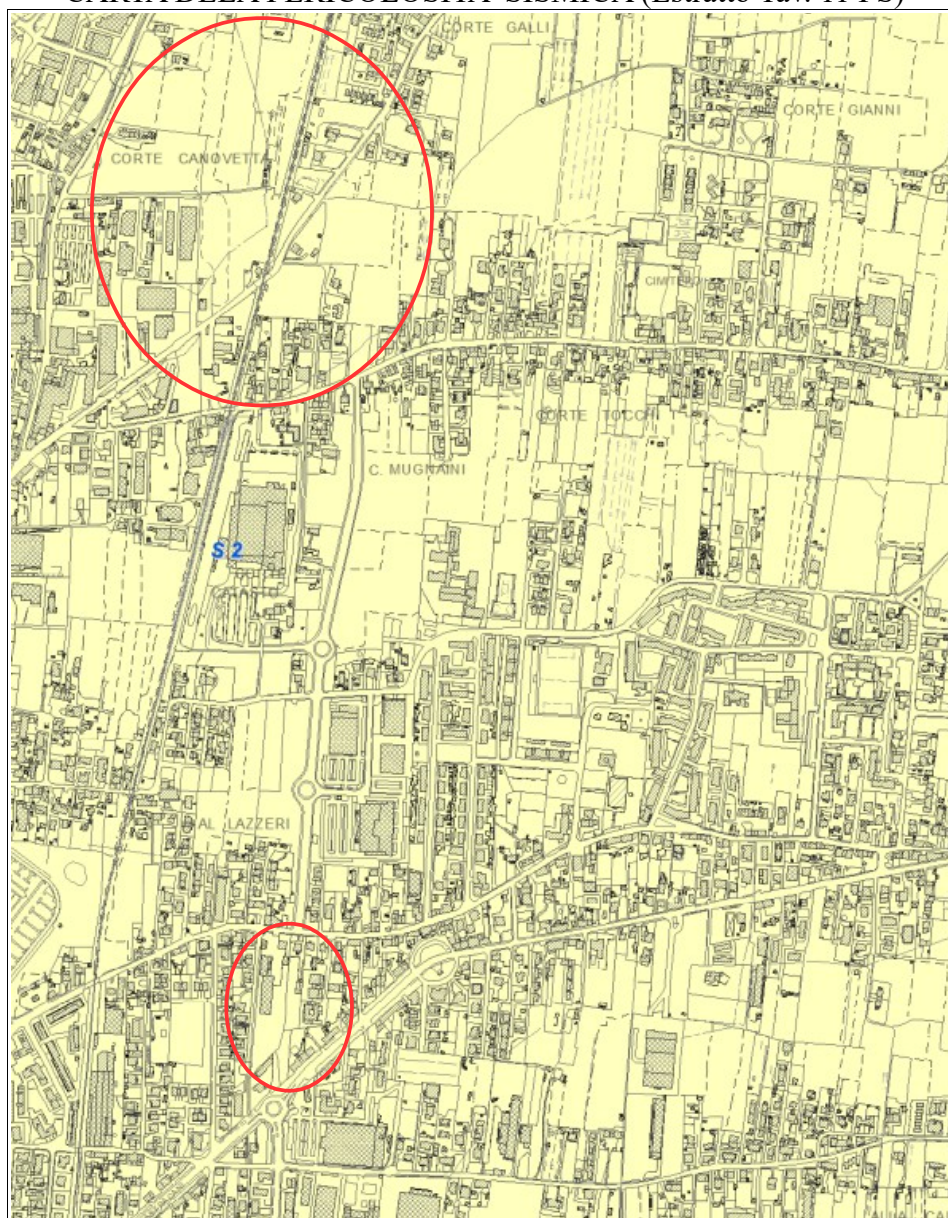
CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA (MOPS) (Estratto Tav. 08 PS)



ZONE STABILI SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONE STRATIGRAFICA



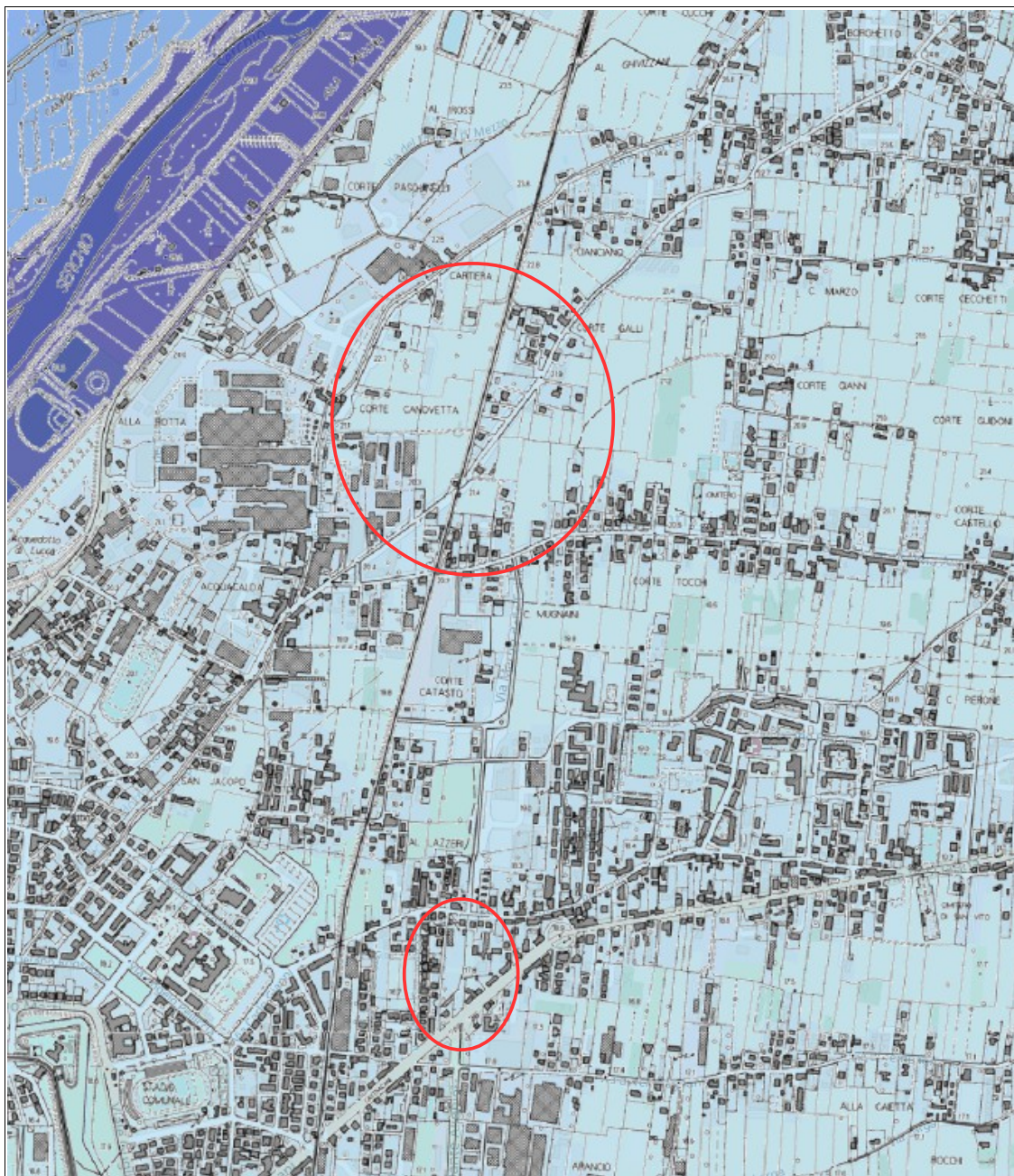
CARTA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA (Estratto Tav. 11 PS)



CLASSI DI PERICOLOSITA' SISMICA

	Classe	Pericolosità	Caratteri
	S.1	BASSA	Zone stabili caratterizzate dalla presenza di litotipi assimilabili al substrato rigido in affioramento con morfologia pianeggiante o poco inclinata e dove non si ritengono probabili fenomeni di amplificazione o instabilità indotta dalla sollecitazione sismica.
	S.2	MEDIA	Zone suscettibili di instabilità di versante inattiva e che pertanto potrebbero subire una riattivazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici; zone stabili suscettibili di amplificazioni locali (che non rientrano tra quelli previsti per la classe di pericolosità sismica S.3);
	S.3	ELEVATA	Zone suscettibili di instabilità di versante quiescente che pertanto potrebbero subire una riattivazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici; zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti che possono dar luogo a cedimenti diffusi; terreni suscettibili di liquefazione dinamica; zone di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche significativamente diverse; zone stabili suscettibili di amplificazioni locali caratterizzati da un alto contrasto di impedenza sismica atteso tra copertura e substrato rigido entro alcune decine di metri;
	S.4	MOLTO ELEVATA	Zone suscettibili di instabilità di versante attiva che pertanto potrebbero subire una accentuazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici

CARTA DELLA PERICOLOSITA' IDRAULICA - PGRA



Pericolosità idraulica P1

Classe di pericolosità P1

TABULATI E DIAGRAMMI DELLE INDAGINI DI RIFERIMENTO

record	80	Frazione	Località	Foglio CTR:
Tipo	Penetrometria	SS. Annunziata		261 110
Rif.	SL566	Gauss Boaga EST: 1 622 850	Gauss Boaga NORD: 4 857 430	Quota: p.c. 20.40
	Ditta esecutrice: Geoprobe	Anno di esecuzione: 1993	Profondità: 2.40	

Stratigrafia e parametri geotecnici									
da:	a:	descrizione:	Rp	Rd	e	φ	γ	NSPT	mv
0.00	0.40	Terreno vegetale							
0.40	2.00	Limo argilloso	10		0.25	25			0.031
2.00	2.40	Ghiaie, sabbie e ciottoli	150			35			

Misure della falda dal p.c.

Note

Altri parametri	
Proprietario:	
Esecuzione:	
Uso:	
diámetro (mm):	
Copertura (m):	
Acquifero (m):	
T:	
S:	
K:	

record
Tipo
Rif.

103	Frazione	Località	Foglio CTR:
Pozzo	Acquacalda	c/o ditta Fleurlux	261 110
SL870	Gauss Boaga EST: 1 622 250	Gauss Boaga NORD: 4 857 670	Quota: p.c. 22.32
Ditta esecutrice:	Palmiro Scardigli	Anno di esecuzione: 1994	Profondità: 22.00

Stratigrafia e parametri geotecnici

da:	a:	descrizione:	Rp	Rd	c	φ	γ	NSPT	mv
0.00	2.00	Terreno vegetale							
2.00	5.20	Limi sabbiosi ed argillosi con ciottoli							
5.20	7.50	Sabbie grossolane con ciottoli							
7.50	13.50	Ghiaie e ciottoli con sabbia							
13.50	17.50	Ghiaie e sabbie in matrice argillosa							
17.50	22.00	Argille azzurre							

Misure della falda dal p.c.

08/08/95	5.41	Off
03/10/95	6.27	Off

Note

Altri parametri

Proprietario:	Arvisare Sig. Cocchi
Esecuzione:	Percussione
Uso:	Industriale
diámetro (mm):	273
Copertura (m):	5.00
Acquifero (m):	18.00
T:	9.20E-02
S:	
K:	1.90E-03

record
Tipo
Rif.

101	Frazione	Località	Foglio CTR:
Pozzo	Acquacalda	c/o ditta SASE	261 110
SL844	Gauss Boaga EST: 1 622 500	Gauss Boaga NORD: 4 857 895	Quota: p.c. 21.60
Ditta esecutrice:		Anno di esecuzione:	Profondità: 18.00

Stratigrafia e parametri geotecnici

da:	a:	descrizione:	Rp	Rd	e	ϕ	γ	NSPT	mv
0.00	0.70	Materiale di riporto							
0.70	3.50	Limi sabbiosi							
3.50	17.00	Sabbie, ghiaie e ciottoli							
17.00	18.00	Argille azzurre							

Misure della falda dal p.c.

Note

Altri parametri

Proprietario:	SASE
Esecuzione:	Percussione
Uso:	Industriale
diámetro (mm):	275
Copertura (m):	4.00
Acquifero (m):	17.00
T:	1.00E-02
S:	
K:	

record
Tipo
Rif.

489	Frazione	Località	Foglio CTR:
Penetrometria	S. Marco	Corte Natta	261 110
C 173 Pt	Gauss Boaga EST: 1 622 460	Gauss Boaga NORD: 4 857 095	Quota: p.c. 19.10
Ditta esecutrice:	Geoprobe	Anno di esecuzione: 1996	Profondità: 2.60

Stratigrafia e parametri geotecnici

da:	a:	descrizione:	Rp	Rd	c	ϕ	γ	NSPT	mv
0.00	0.40	Terreno vegetale limo argilloso	12						
0.40	1.00	Limi argillosi	27			27		0.009	
1.00	2.40	Limi argillosi con orizzonti sabbiosi limosi	16		0.76	26		0.016	
2.40	2.60	Ghiaie e sabbie	250			35		0.004	

Misure della falda dal p.c.

25/05/96	4.10	Off
----------	------	-----

Note

Altri parametri

Proprietario:	
Esecuzione:	
Uso:	
diámetro (mm):	
Copertura (m):	
Acquifero (m):	
T:	
S:	
K:	

record
Tipo
Rif.

178	Frazione	Località	Foglio CTR:
Pozzo	S. Marco	Via del Brennero	281 110
N 721	Gauss Boaga EST: 1 622 070	Gauss Boaga NORD: 4 857 850	Quota: p.c. 21.67
Ditta esecutrice:		Anno di esecuzione:	Profondità: 17.00

Stratigrafia e parametri geotecnici

da:	a:	descrizione:	Rp	Rd	c	φ	γ	NSPT	mw
0.00	1.00	Terreno agrario e/o di riporto							
1.00	13.20	Ghiaia e sabbia							
13.20	17.00	Argilla grigia compatta							

Misure della falda dal p.c.

15/11/84	4.80	Off
15/02/89	6.60	Off
15/05/89	5.80	Off
04/01/91	3.60	Off
05/03/91	4.34	Off
07/05/91	3.93	Off
30/07/91	4.86	Off
07/11/91	3.38	Off
03/10/95	4.50	Off
15/02/96	3.29	Off
05/09/96	4.75	Off
19/02/97	3.70	Off

Note

Altri parametri

Proprietario:	Tipografia Buccella
Esecuzione:	Percussione
Uso:	Sconosciuto
diámetro (mm):	400
Copertura (m):	1.00
Acquifero (m):	13.00
T:	8.45E-02

record
Tipo
Rif.

504	Frazione	Località	Foglio CTR:
Penetrometria	SS. Annunziata	Via delle SS. Annunziata	251 110
Bartolini 1	Gauss Boaga EST: 1 622 915	Gauss Boaga NORD: 4 857 350	Quota: p.c. 20.70
Ditta esecutrice:	Giammattei & Rossi	Anno di esecuzione: 1994	Profondità: 2.00

Stratigrafia e parametri geotecnici

da:	a:	descrizione:	Rp	Rd	e	φ	γ	NSPT	mv
0.00	1.00	Limi e limi argillosi di media consistenza	10		0.45		1.85		0.026
1.00	1.80	Sabbie e ghiaie mediamente addensate con rare intercalazioni di sabbie limo 40				29	1.85		0.008
1.80	2.00	Ghiaie e sabbie fortemente adensate	205			35	1.85		0.001

Misure della falda dal p.c.

24/11/94	2.20	Off
----------	------	-----

Note

Altri parametri

Proprietario:	
Esecuzione:	
Uso:	
diámetro (mm):	
Copertura (m):	
Acquifero (m):	
T:	
S:	
K:	

record
Tipo
Rif.

73	Frazione	Località	Foglio CTR:
Penetrometria	S. Marco	Via dell'Acquacalda	261 110
SL485	Gauss Boaga EST: 1 622 170	Gauss Boaga NORD: 4 857 160	Quota: p.c. 20.90
Ditta esecutrice: Geoprobe	Anno di esecuzione: 1992	Profondità: 2.80	

Stratigrafia e parametri geotecnici

da:	a:	descrizione:	Rp	Rd	e	φ	γ	NSPT	mv
0.00	0.40	Terreno vegetale							
0.40	1.00	Limi e limi sabbiosi							
1.00	2.20	Sabbie e sabbie limose	9		0.45				0.031
2.20	2.50	Sabbie addensate	17		30				0.025
2.50	2.80	Ghiaie e ciottoli	78		32				0.009
			170		38				0.004

Misure della falda dal p.c.

Note

Altri parametri

Proprietario:	
Esecuzione:	
Uso:	
diámetro (mm):	
Copertura (m):	
Acquifero (m):	
T:	
S:	
K:	

record	74	Frazione	Località	Foglio CTR:
Tipo	Penetrometria	S. Pietro a Vico	Cianciano	261 110
Rif.	SL491	Gauss Boaga EST: 1 622 835	Gauss Boaga NORD: 4 858 125	Quota: p.c. 21.90
	Ditta esecutrice: Geoprobe	Anno di esecuzione: 1992	Profondità: 4.20	

Stratigrafia e parametri geotecnici									
ds:	a:	descrizione:	Rp	Rd	c	φ	γ	NSPT	mv
0.00	0.60	Terreno vegetale limoso argilloso sabbioso							
0.60	4.00	Limi, limi argilloso sabbiosi con sottili livelli di sabbie e sabbie limose	10		0.3	26			0.027
4.00	4.20	Sabbie, ghiaie e ciottoli	280			35			0.004

Misure della falda dal p.c.

Note

Altri parametri	
Proprietario:	
Esecuzione:	
Uso:	
diámetro (mm):	
Copertura (m):	
Acquifero (m):	
T:	
S:	
K:	

record
Tipo
Ril.

79	Frazione	Località	Foglio CTR:
Penetrometria	SS. Annunziata		251 110
SL565	Gauss Boaga EST: 1 623 305	Gauss Boaga NORD: 4 857 345	Quota: p.c. 19.50
Ditta esecutrice:	Geoprobe	Anno di esecuzione: 1993	Profondità: 2.60

Stratigrafia e parametri geotecnici									
da:	a:	descrizione:	Rp	Rd	e	φ	γ	NSPT	mv
0.00	0.40	Terreno vegetale							
0.40	2.20	Limo argilloso							
2.20	2.60	Ghiaie sabbie e ciottoli	17		0.7				0.015
			220			37			0.004

Misure della falda dal p.c.

Note

Altri parametri	
Proprietario:	
Esecuzione:	
Uso:	
diametro (mm):	
Copertura (m):	
Acquifero (m):	
T:	
S:	
IC:	

record
Tipo
Rif.

131	Frazione	Località	Foglio CTR:
Pozzo	S. Vito	Viale Corsica	261 110
N 327	Gauss Boaga EST: 1 622 840	Gauss Boaga NORD: 4 856 780	Quota: p.c. 19.00
Ditta esecutrice:	Anno di esecuzione:	Profondità:	21.00

Stratigrafia e parametri geotecnici

da:	a:	descrizione:	Rp	Rd	e	q	γ	NSPT	mv
0.00	3.00	Limi e limi sabbiosi							
3.00	6.00	Argille limose							
6.00	7.00	Ghiaie e sabbie							
7.00	10.00	Limi sabbiosi e sabbie limosa							
10.00	19.00	Ghiaie e sabbie							
19.00	21.00	Limi sabbiose e sabbie limose							

Misure della falda dal p.c.

15/11/75	2.78	Off
15/11/84	1.48	Off
18/09/87	3.13	Off
09/10/87	2.81	Off
24/01/89	5.26	Off
09/02/89	5.24	Off
07/05/89	3.91	Off
21/11/89	4.00	Off
12/04/90	5.45	Off
02/05/90	4.31	Off
23/05/90	3.60	Off
23/11/90	4.14	Off
26/11/90	3.24	Off
14/06/91	3.24	Off
15/11/91	1.74	Off
22/04/92	3.85	Off
30/12/92	2.18	Off
13/08/93	5.06	Off
03/01/94	3.28	Off
28/08/94	5.91	On
07/01/95	3.27	Off
06/09/95	3.33	Off
06/09/95	4.07	On
15/02/96	1.63	Off
15/02/96	2.26	On
12/09/96	4.35	On
19/02/97	2.11	Off
19/02/97	2.76	On

Note

Attenzione: la misura viene effettuata da un tubicino di ispezione che cambia di volta in volta; riportare pertanto il dato al punto di riferimento e cioè la bocca del pozzo.

Altri parametri

Proprietario:	GEAL
Esecuzione:	Percussione
Uso:	Idropotabile
diametro (mm):	250
Copertura (m):	6.00
Acquifero (m):	
T:	2.00E-02

record
Tipo
Rif.

139	Frazione	Località	Foglio CTR:	
Pazzo	S. Vito	Via Giorgini	261 110	
N 371	Gauss Boaga EST: 1 623 165	Gauss Boaga NORD: 4 856 750	Quota: p.c.	19.00
Ditta esecutrice:		Anno di esecuzione:	Profondità:	26.00

Stratigrafia e parametri geotecnici

da:	a:	descrizione:	Rp	Rd	e	φ	γ	NSPT	mv
0.00	8.00	Argille limose e limi argillosi con lenti di sabbie limose							
8.00	11.00	Ghiaia e sabbia							
11.00	12.00	Sabbie limose e limi sabbiosi							
12.00	14.00	Ghiaia e sabbia							
14.00	15.00	Sabbie limose e limi sabbiosi							
15.00	17.00	Argille limose							
17.00	20.00	Ghiaia e sabbia							
20.00	23.00	Limi sabbiosi e sabbie limose							
23.00	26.00	Ghiaia e sabbia							

Misure della falda dal p.c.

15/11/84	1.40	Off
21/09/87	3.62	Off
10/10/87	3.70	Off

Note

Altri parametri

Proprietario:	GEAL
Esecuzione:	Percussione
Uso:	Idropotabile
diámetro (mm):	
Copertura (m):	8.00
Acquifero (m):	
T:	5.54E-02
S:	
K:	

record
Tipo
Rif.

512	Frazione	Località	Foglio CTR:
Penetrometria	SS. Annunziata	Via della SS. Annunziata	261 110
Blerna 7	Gauss Boaga EST: 1 622 920	Gauss Boaga NORD: 4 857 320	Quota: p.c. 20.20
Ditta esecutrice:	Giammattei & Rossi	Anno di esecuzione: 1994	Profondità: 4.80

Stratigrafia e parametri geotecnici

da:	a:	descrizione:	Rp	Rd	c	ϕ	γ	NSPT	mv
0.00	1.20	Argille limoso sabbiose di media consistenza							
1.20	1.80	Sabbie limo argillose e sabbie sciolte	10		0.5		1.85		0.022
1.80	2.20	Argille e limi di media consistenza	12				26 1.85		0.026
2.20	2.60	Sabbie e sabbie ghiaiose con intercalazioni di limi sabbiosi	15		0.67		0.94		0.02
2.60	3.00	Limi sabbiosi	70			32	1		0.04
3.00	4.80	Sabbie sabbie ghiaiose addensate	16		0.7		0.9		0.019
			30			30	0.9		0.01

Misure della falda dal p.c.

24/11/94	2.00	Off

Note

Altri parametri

Proprietario:	
Esecuzione:	
Uso:	
diametro (mm):	
Copertura (m):	
Acquifero (m):	
T:	
S:	
K:	

Committente : Comune di Lucca
Località: S. Pietro a Vico - LU

Data: 6/5/2010
File: ps1005061

Quota:	p.c.	Livello della falda:					Parametri meccanici del terreno							
Letture di campagna				Valori derivati			(Searle 1979)				(Begemann 1968)			
profond.	A	B	T	Rp	Rf	Rp/Rf	φ	Dr	Cu	mv	φ	Dr	Cu	mv
0.2	90			9										
0.4	90			9	0.4	22.5	--	--	0.4	0.028	--	--	0.5	0.028
0.6	100	160		10	0.5	21.4	--	--	0.4	0.025	--	--	0.5	0.025
0.8	130	200		13	0.5	24.4	25.7	30%	--	0.019	--	--	0.7	0.019
1	140	220	350	14	0.7	21.0	--	--	0.6	0.018	--	--	0.7	0.018
1.2	140	240		14	0.8	17.5	--	--	0.6	0.018	--	--	0.7	0.018
1.4	170	290		17	0.8	21.3	--	--	0.7	0.015	--	--	0.9	0.015
1.6	140	260		14	0.8	17.5	--	--	0.6	0.018	--	--	0.7	0.018
1.8	140	260		14	0.8	17.5	--	--	0.6	0.018	--	--	0.7	0.018
2	140	260	370	14	0.7	19.1	--	--	0.6	0.018	--	--	0.7	0.018
2.2	130	240		13	0.6	21.7	--	--	0.5	0.019	--	--	0.7	0.019
2.4	110	200		11	0.7	16.5	--	--	0.4	0.023	--	--	0.6	0.023
2.6	170	270		17	0.7	23.2	--	--	0.7	0.015	--	--	0.9	0.015
2.8	180	290		18	0.9	19.3	--	--	0.7	0.014	--	--	0.9	0.014
3	140	280	400	14	0.7	21.0	--	--	0.6	0.018	--	--	0.7	0.018
3.2	190	290		19	0.7	25.9	25.9	39%	--	0.013	--	--	0.8	0.013
3.4	290	400		29	1.3	21.8	--	--	1.2	0.011	--	--	1.5	0.011
3.6	290	490		29										
3.8	3000		4000	300										

Prova approfondita con penetrometro dinamico pesante tipo DPSH

GEOPROVE S.a.S.
Il Socio Accomandatario
e Direttore tecnico
Dr. Geol. Pietro Barsanti
(n° 193 Albo dei Geologi della Toscana)

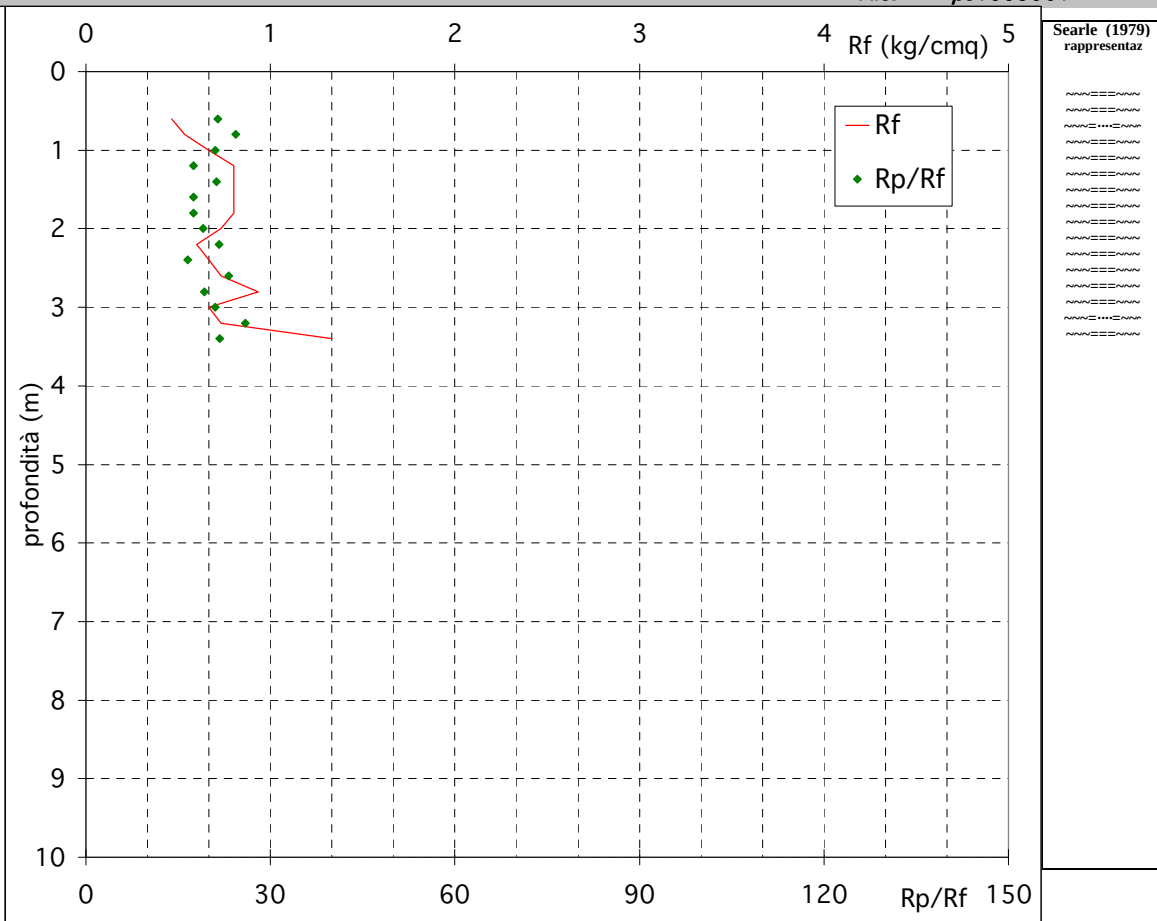
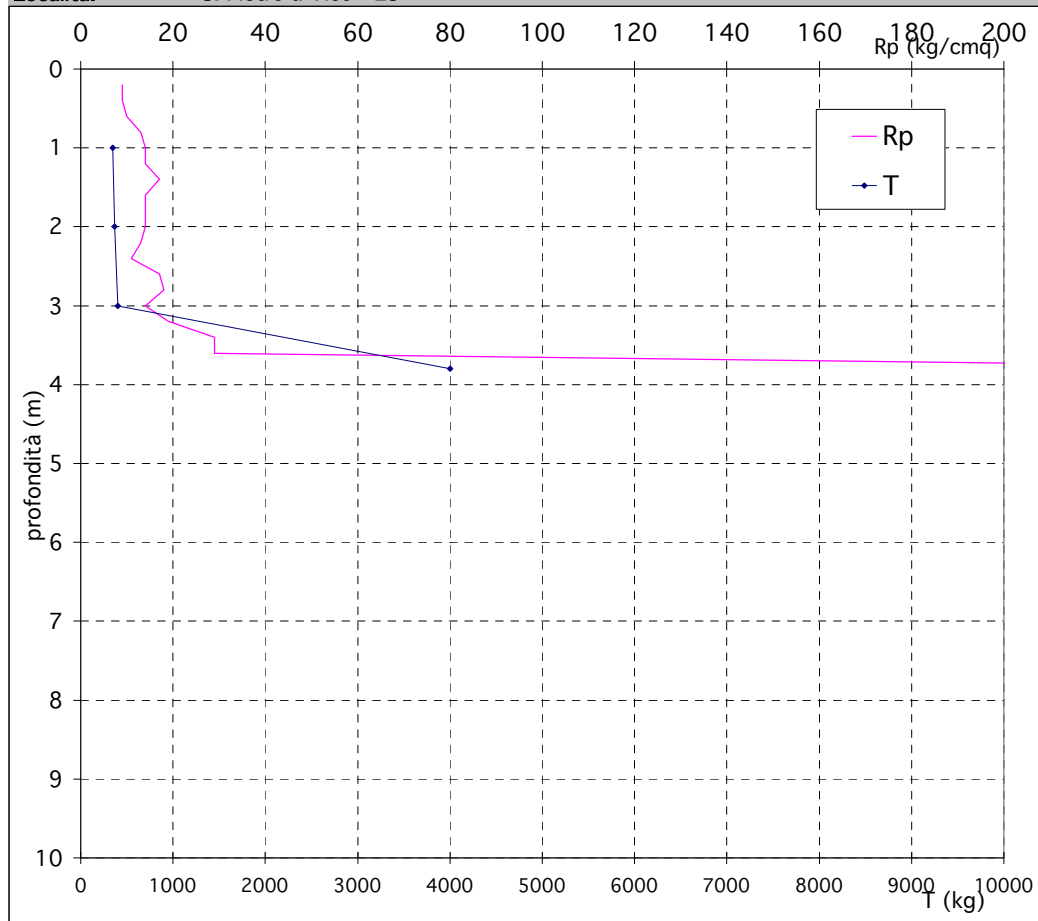
Prova penetrometrica statica CPT

Prova N° 1

Geoprove S.a.s.

Committente : Comune di Lucca
Località: S. Pietro a Vico - LU

Data: 6/5/2010
File: ps1005061



Searle (1979)
rappresentaz

Committente : Comune di Lucca
Località: S. Pietro a Vico - LU

Data: 6/5/2010
File: ps1005062

Piezometro -3.00 m sotto p.c.

Quota:	p.c.	Livello della falda: assente					Parametri meccanici del terreno							
Letture di campagna				Valori derivati			(Searle 1979)				(Begemann 1968)			
profond.	A	B	T	Rp	Rf	Rp/Rf	φ	Dr	Cu	mv	φ	Dr	Cu	mv
0.2	90			9										
0.4	90			9	0.3	27.0	25.6	24%	--	0.028	--	--	0.4	0.028
0.6	90	140		9	0.3	27.0	25.6	24%	--	0.028	--	--	0.4	0.028
0.8	110	160		11	0.5	23.6	25.5	27%	--	0.023	--	--	0.6	0.023
1	110	180	290	11	0.5	20.6	--	--	0.4	0.023	--	--	0.6	0.023
1.2	100	180		10	0.3	30.0	26.2	25%	--	0.025	25.5	25%	--	0.025
1.4	160	210		16	0.7	21.8	--	--	0.6	0.016	--	--	0.8	0.016
1.6	150	260		15	0.8	18.8	--	--	0.6	0.017	--	--	0.8	0.017
1.8	170	290		17	0.7	25.5	25.9	36%	--	0.015	--	--	0.7	0.015
2	120	220	520	12	0.9	12.9	--	--	0.6	0.024	--	--	0.8	0.024
2.2	140	280		14	0.6	23.3	--	--	0.6	0.018	--	--	0.7	0.018
2.4	150	240		15	0.8	18.8	--	--	0.6	0.017	--	--	0.8	0.017
2.6	190	310		19	0.9	21.9	--	--	0.8	0.013	--	--	1.0	0.013
2.8	250	380		25	1.1	23.4	--	--	1.0	0.013	--	--	1.3	0.013
3	360	520	830	36										
3.2	800			80										

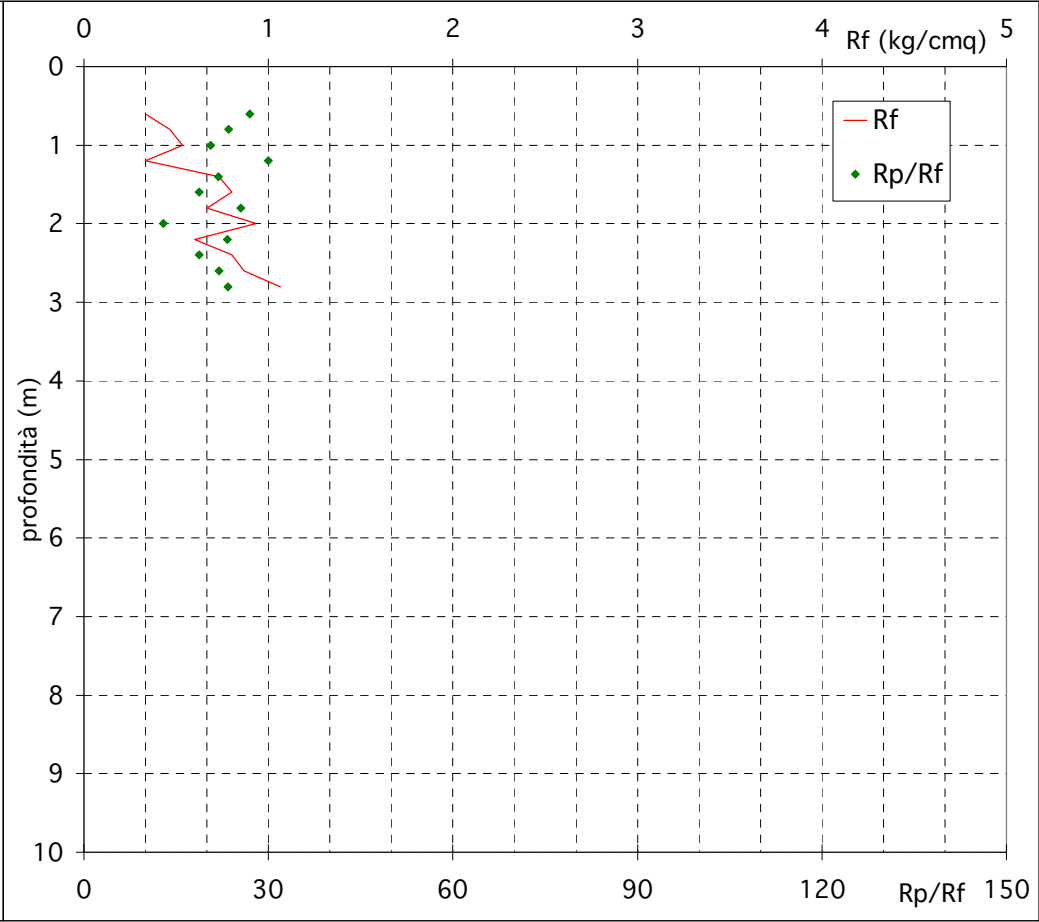
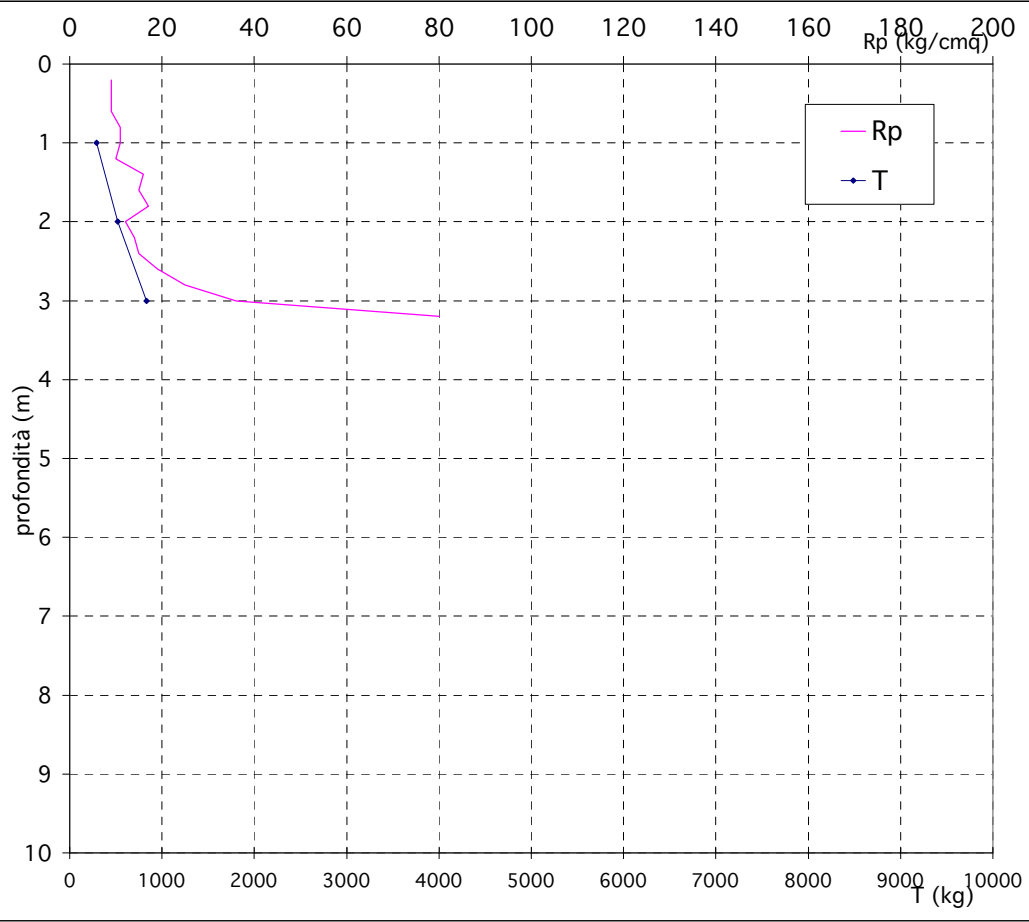
Prova approfondita con penetrometro dinamico pesante tipo DPSH

Committente : Comune di Lucca

Località: S. Pietro a Vico - LU

Data: 6/5/2010

File: ps1005062



Searle (1979) rappresentaz

Prova penetrometrica N° 1

Committente : Comune di Lucca Data: 05/06/09
 Località: Stadio comunale Porta Elisa

Quota: p.c.

Livello della falda:

Letture di camp.			Valori derivati				
profond.	N ₂₀	N _{riv}	R _d	N ₂₀ *	R _d *	β	N _{spt}
0,2	13		139,91	13	139,91	2,12	27
0,4	3		32,29	3	32,29	2,12	6
0,6	1		10,76	1	10,76	2,12	2
0,8	7		75,34	7	75,34	2,12	14
1	4		39,53	4	39,53	2,12	8
1,2	3		29,65	3	29,65	2,12	6
1,4	2		19,77	2	19,77	2,12	4
1,6	1		9,88	1	9,88	2,12	2
1,8	1		9,88	1	9,88	2,12	2
2	2		18,27	2	18,27	2,12	4
2,2	1,5		13,70	2	13,70	2,12	3
2,4	1,5		13,70	2	13,70	2,12	3
2,6	1		9,14	1	9,14	2,12	2
2,8	1		9,14	1	9,14	2,12	2
3	2		16,99	2	16,99	2,12	4
3,2	4		33,98	4	33,98	2,12	8
3,4	3		25,48	3	25,48	2,12	6
3,6	12		101,94	12	101,94	2,12	25
3,8	19		161,40	19	161,40	2,12	40
4	16		127,00	16	127,00	2,12	33
4,2	13		103,19	13	103,19	2,12	27
4,4	9		71,44	9	71,44	2,12	19
4,6	13		103,19	13	103,19	2,12	27
4,8	18		142,88	18	142,88	2,12	38
5	18		134,08	18	134,08	2,12	38
5,2	14		104,28	14	104,28	2,12	29
5,4	13		96,83	13	96,83	2,12	27
5,6	7		52,14	7	52,14	2,12	14
5,8	8		59,59	8	59,59	2,12	16
6	7		49,12	7	49,12	2,12	14
6,2	8		56,13	8	56,13	2,12	16
6,4	6		42,10	6	42,10	2,12	12
6,6	5		35,08	5	35,08	2,12	10
6,8	5		35,08	5	35,08	2,12	10
7	4		26,53	4	26,53	2,12	8
7,2	11		72,95	11	72,95	2,12	23
7,4	10		66,32	10	66,32	2,12	21
7,6	11		72,95	11	72,95	2,12	23
7,8	13		86,22	13	86,22	2,12	27
8	14		88,02	14	88,02	2,12	29
8,2	15		94,31	15	94,31	2,12	31
8,4	14		88,02	14	88,02	2,12	29
8,6	17		106,88	17	106,88	2,12	36
8,8	18		113,17	18	113,17	2,12	38
9	18		107,58	18	107,58	2,12	38
9,2	18		107,58	18	107,58	2,12	38
9,4	21		125,51	21	125,51	2,12	44
9,6	17		101,60	17	101,60	2,12	36
9,8	19		113,56	19	113,56	2,12	40
10	16		91,12	16	91,12	2,12	33

GEOPROVE S.a.S.
 Il Socio Accomandatario
 e Direttore Tecnico
 Dr. Geo. Pietro Barsanti
 (n° 193 Albo dei Geologi della Toscana)

Prova penetrometrica N° 1

Committente : Comune di Lucca Data: 05/06/09
Località: Stadio comunale Porta Elisa

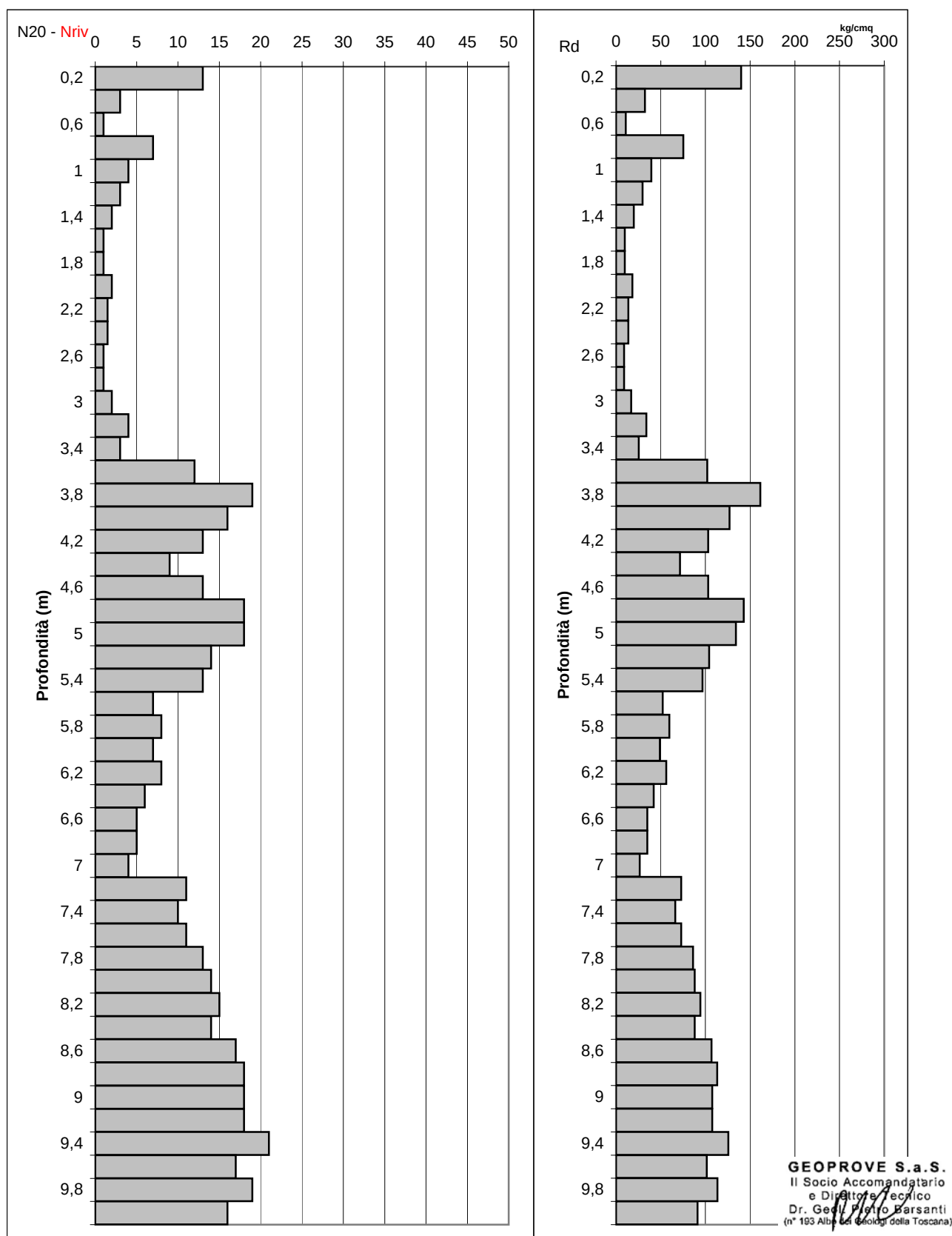
Letture di camp.		Valori derivati					
profond.	N ₂₀	Nriv	Rd	N ₂₀ *	Rd*	β	Nspt
10,2	14		79,73	14	79,73	2,12	29
10,4	12		68,34	12	68,34	2,12	25
10,6	12		68,34	12	68,34	2,12	25
10,8	12		68,34	12	68,34	2,12	25
11	10		54,39	10	54,39	2,12	21
11,2	13		70,71	13	70,71	2,12	27
11,4	6		32,64	6	32,64	2,12	12
11,6	32		174,05	32	174,05	2,12	67
11,8	36		195,81	36	195,81	2,12	76
12	34		176,97	0	0,00	2,12	0

GEOPROVE S.a.S.
Il Socio Accomandatario
e Direttore Tecnico
Dr. Gedi Pietro Barsanti
(n° 193 Albo dei Geologi della Toscana)

Prova penetrometrica N° 1

Committente : Comune di Lucca
Località: Stadio comunale Porta Elisa

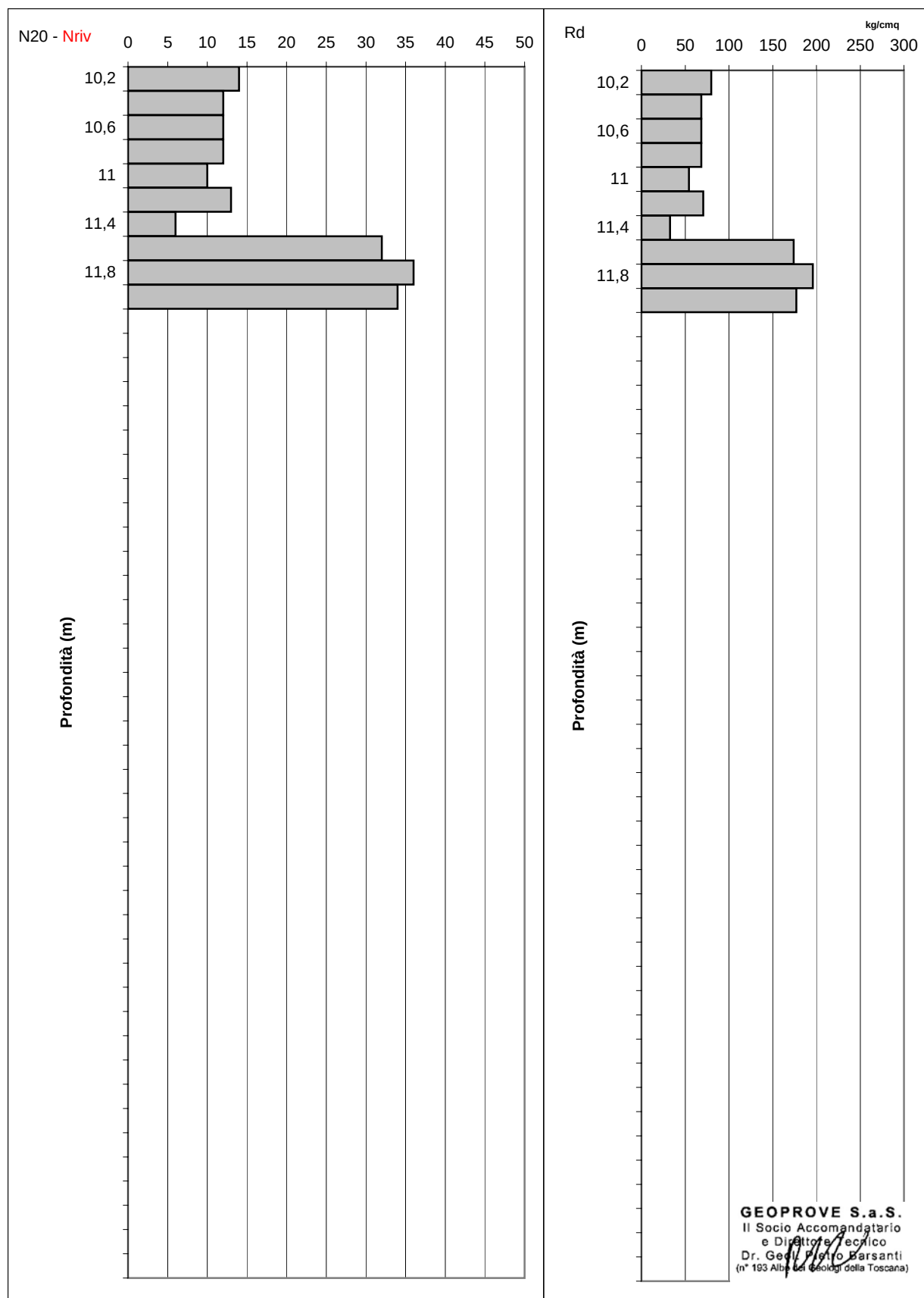
Data: 05/06/2009
File: pdp090605



Prova penetrometrica N° 1

Committente : Comune di Lucca
Località: Stadio comunale Porta Elisa

Data: 05/06/2009
File: pdp090605



Prova n. : 1D
 Località : Lucca - Stadio Comunale
 q.ta inizio (m) : p.c.

Data: 29/09/99
 riferimento: ComLu990929
 quota falda d.p.c. (m) :

letture di campagna		elaborazione		
(m)	N _{r20}	Rd	β	N _{SPR}
0,2	6	64,57	2,12	13
0,4	10	107,62	2,12	21
0,6	9	96,86	2,12	19
0,8	7	75,34	2,12	15
1	18	193,72	2,12	38
1,2	20	215,24	2,12	42
1,4	4	43,05	2,12	8
1,6	5	53,81	2,12	11
1,8	5	53,81	2,12	11
2	5	49,41	2,12	11
2,2	5	49,41	2,12	11
2,4	4	39,57	2,12	8
2,6	3	29,65	2,12	6
2,8	4	39,53	2,12	8
3	25	247,07	2,12	53
3,2	38	375,55	2,12	81
3,4	47	464,50	2,12	100
3,6	40	395,32	2,12	85
3,8	35	345,90	2,12	74
4	33	301,51	2,12	70
4,2	18	164,46	2,12	38
4,4	27	246,69	2,12	57
4,6	11	100,50	2,12	23
4,8	15	137,05	2,12	32
5	13	118,77	2,12	28
5,2	8	73,09	2,12	17
5,4	6	54,82	2,12	13
5,6	5	45,68	2,12	11
5,8	4	36,55	2,12	8
6	6	50,97	2,12	13
6,2	10	84,95	2,12	21
6,4	9	76,45	2,12	19
6,6	9	76,45	2,12	19
6,8	11	93,44	2,12	23
7	17	144,41	2,12	36
7,2	21	178,39	2,12	45
7,4	28	237,86	2,12	59
7,6	30	254,85	2,12	64
7,8	27	229,36	2,12	57
8	21	166,69	2,12	45
8,2	18	142,88	2,12	38

Prova n. : **ID**
 Località : **Lucca - Stadio Comunale**
 q.ta inizio (m) : **p.c.**

Data: **29/09/99**
 riferimento: **ComLu990929**
 quota falda d.p.c. (m) :



Dati generali

Dati generali

Scheda n° 158

Tipo: Comune:
 Frazione: Località:
 Esecutore: Anno:

Riferimenti geografici

Est: Nord: Quota:

☒ vecchio
☒ nuovo

Note:

Le misure di falda (vedi altri dati) sono riferite
 al Pozzo (Dati Nolled)

- ☐ ☒ Archivio Barsanti, Sani & Sani
☐ ☒ Archivio Nolled
☐ ☐ Altri
☐ ☐ Geoprove
☐ ☐ Geoser
☐ ☐ Rapporti Fiume Falda
☐ ☐ Velocità di flusso

cancellare: ☐rivedere: ☐

Rif. Profondità:

Stratigrafia

Profondità	Descrizione
0.0	1.0 Riporto
1.0	3.0 Limi, limi argillosi più o meno sabbiosi
3.0	3.4 Argille limose più o meno sabbiose con rari ci
3.4	4.3 Ghiaie in abbondante matrice sabbiosa
4.3	13.2 Ciottoli ghiaie e sabbie con intercalazioni sabb

Valori riferiti al p.c.

Lit. sup.

Filtri

Sond Pen Pozzi Piez Perm Gran Idrom

☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

per tipo

Alt Gap Lucca Mbn Por

☐ ☐ ☐ ☐ ☐

per Comune

Annulla Filtri

Altri dati

☐ Vai a menù principale

Record: di 575

Dati generali

Dati generali

Scheda n° 254

Tipo: Comune:
 Frazione: Località:
 Esecutore: Anno:

Riferimenti geografici

Est: Nord: Quota:

☐ vecchio
☒ nuovo

Note:

Pozzo eseguito per il disinquinamento della falda in seguito a sversamento di percloroetilene

- ☐ ☐ Archivio Barsanti, Sani & Sani
☐ ☒ Archivio Nollodi
☐ ☐ Altri
☐ ☐ Geoprobe
☐ ☐ Geoser
☐ ☐ Rapporti Fiume Falda
☐ ☐ Velocità di flusso

cancellare: ☐rivedere: ☐

Rif. Profondità:

Stratigrafia

Profondità	Descrizione
0.0	0.5 Riporto
0.5	1.0 Sabbia limoso argillosa marrone
1.0	2.0 Sabbia limosa marrone
2.0	3.2 Ghiaia in matrice limoso sabbiosa
3.2	4.0 Sabbia grossolana con ghiaia
4.0	5.0 Ghiaia e sabbia grossolana
5.0	8.0 Ghiaia grossolana con matrice sabbioso ghiaia
8.0	11.0 Ghiaia grossolana con matrice sabbioso limoso
11.0	13.0 Ghiaia grossolana con sabbia
13.0	15.0 Ghiaia grossolana
15.0	19.0 Ghiaia media e grossolana in matrice sabbiosa
19.0	21.0 Ghiaia grossolana e sabbia
21.0	21.6 Ghiaia in matrice sabbioso-limosa

Valori riferiti al p.c.

Lit. sup.

Filtri

Gond Pen Pozzi Piez Perm Gran Idrom



per tipo

Alt Cap Lucca Mbn Por



per Comune

Annulla Filtri



Altri dati



Vai a menù principale

Record: di 575

Dati generali

Dati generali

Scheda n° 255

Tipo: Comune:
 Frazione: Località:
 Esecutore: Anno:

Riferimenti geografici

Est: Nord: Quota:

☐ vecchio
☒ nuovo

Note:

Prelevati campioni ogni 50 cm

- ☐ ☐ Archivio Barsanti, Sani & Sani
☐ ☒ Archivio Nollodi
☐ ☐ Altri
☐ ☐ Geoprobe
☐ ☐ Geoser
☐ ☐ Rapporti Fiume Falda
☐ ☒ Velocità di flusso

cancellare: ☐rivedere: ☐Rif. Profondità:

Stratigrafia

Profondità		Descrizione
0.0	1.6	Limo sabbioso e sabbia limosa debolmente ar
1.6	2.0	Ghiaietta con sabbia in matrice limosa
2.0	2.8	Sabbie grossolane prevalenti con rari ciottolet
2.8	3.8	Ghiaietta con sabbia in matrice limosa
3.8	6.0	Ghiaie prevalenti con sabbia e scarsa matrice

Valori riferiti al p.c.

Lit. sup.

Filtri

per tipo

Sond. Pen. Pozzi. Piez. Perm. Gran. Idrom.

☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

per Comune

Alt. Cap. Lucca. Mbn. Por.

☐ ☐ ☐ ☐ ☐

Annulla Filtri

Altri dati

Vai a menù principale

Record: di 575

LUCCA COMUNE, S.MARCO

Coordinate (WGS84): N 43,85063°; E 10,52038°

TR085

Strumento: TRZ-0101/01-10

Inizio registrazione: 29/07/14 09:21:56

Fine registrazione: 29/07/14 10:01:56

Durata registrazione: 0h40'00".

Freq. campionamento: 128 Hz

Lunghezza finestre: 40 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 5% (*) e 10% (**)

Analizzato 87% tracciato (selezione manuale)

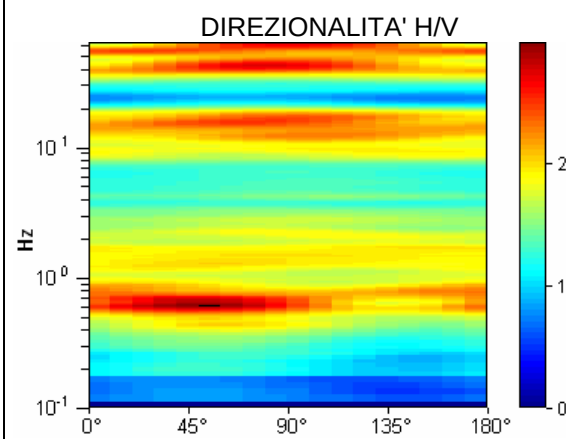
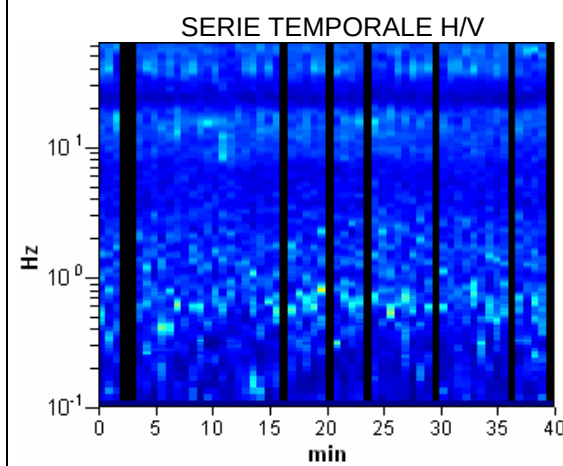
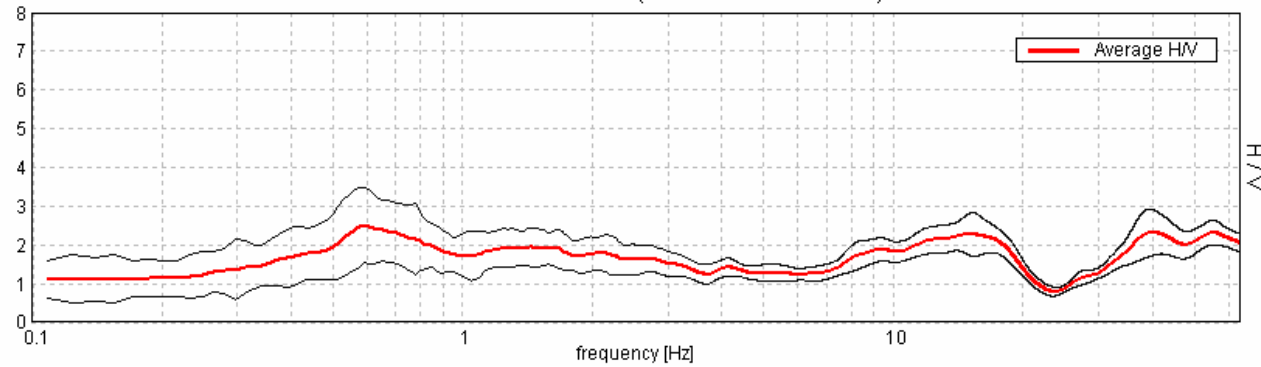
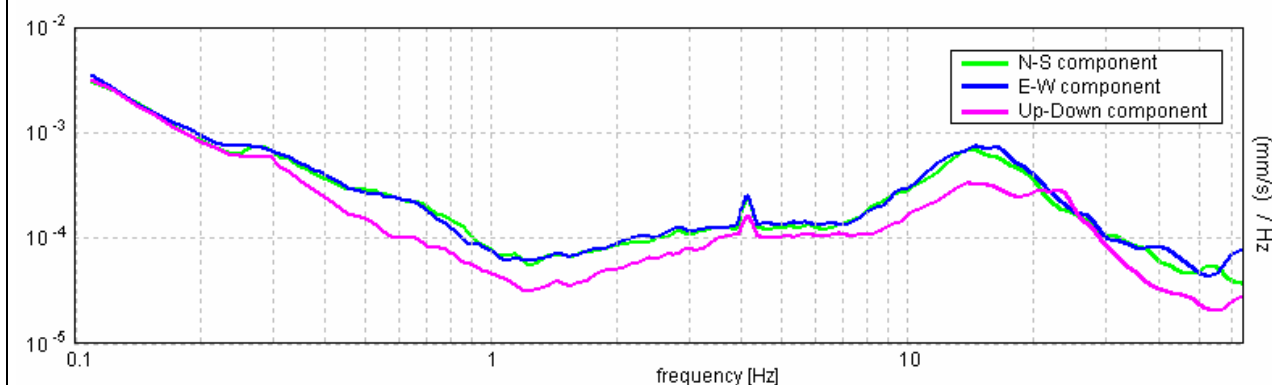
Condizioni meteo: nuvoloso, brezza leggera

Tipo di superficie: terreno naturale

Disturbi:alcuni transienti e rari artefatti

**RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE (**)**

Picco H/V a 0.59 ± 2.56 Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz).

**SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI (*)****CRITERI SESAME (2004) ⁽¹⁾**

Picco H/V a 0.59 ± 2.56 Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_0 > 10 / L_w$	0.59 > 0.25	OK	
$n_c(f_0) > 200$	1235.0 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 58	OK	
Criteri per un picco H/V chiaro [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]			
Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.25 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			NO
$A_0 > 2$	2.50 > 2	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.12386 < 0.15$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.26104 < 0.28906$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.4838 < 2.0$	OK	

L_w	lunghezza della finestra
n_w	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
f	frequenza attuale
f_0	frequenza del picco H/V
σ_f	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	ampiezza della curva H/V alla frequenza f_0
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza f
f^-	frequenza tra $f_0/4$ e f_0 alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequenza tra f_0 e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Valori di soglia per σ_f e $\sigma_A(f_0)$					
Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 f_0	0.2 f_0	0.15 f_0	0.10 f_0	0.05 f_0
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

CLASSIFICAZIONE DELLA CURVA H/V ^{(2) (3)}

CLASSE	A
TIPO	1

La classificazione delle curve H/V prevede le seguenti tre classi di qualità:

Classe A (H/V affidabile, può essere utilizzata anche da sola)

1)-La forma dell'H/V nell'intervallo di frequenze di interesse rimane stazionaria per almeno il 30% della durata della misura; 2)-le variazioni azimutali di ampiezza non superano il 30% del massimo; 3)-assenza di disturbi elettromagnetici nella banda di frequenza di interesse; 4)-i massimi sono caratterizzati da una diminuzione localizzata dello spettro della componente verticale; 5)-i primi 3 criteri SESAME per una curva H/V attendibile sono verificati; 6)-durata della misura di almeno 15-20 minuti.

Eccezione: nel caso di assenza di contrasti di impedenza sufficientemente marcati, la condizione 5) non sarà soddisfatta anche se la misura è affidabile (H/V tipo 2, v. sotto).

Classe B (H/V da "interpretare": *va utilizzata con cautela e solo se coerente con altre misure vicine*)

Almeno una delle 6 condizioni della classe A non è soddisfatta (a meno che non si rientri nell'eccezione sopra citata)

Classe C (H/V scadente e di difficile interpretazione: *non va utilizzata*)

1)-Misura di tipo B con curva H/V che mostra ampiezza crescente al diminuire della frequenza (*deriva*) indice di movimento dello strumento durante la misura; 2)-misura di tipo B con presenza di rumore elettromagnetico nell'intervallo di frequenze di interesse.

Per le classi A e B si possono inoltre definire le seguenti due sottoclassi:

Tipo 1: H/V con almeno un picco "chiaro" secondo i criteri SESAME (*possibile risonanza*)**Tipo 2:** H/V senza picchi "chiaro" nell'intervallo di frequenze di interesse (ampiezza della curva circa uguali ad 1: *assenza di risonanza*)**NOTE**

Possibilità di risonanza del sottosuolo anche a circa 15 Hz

(1)- SESAME Project (2004) - *Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations. Measurements processing and interpretation*, WP12, deliverable no. D23.12

(2)- Albarello D., Cesi C., Eulilli V. et alii (2011): *The contribution of the ambient vibration prospecting in seismic microzoning: an example from the area damaged by the April 6, 2009 L'Aquila (Italy) earthquake*. Boll. Geofis.Teor. Appl., 52 (3), 513-538.

(3) – Albarello D. & Castellaro S. (2011) - *Tecniche sismiche passive: indagini a stazione singola*. Supplemento alla rivista *Ingegneria sismica* Anno XXVIII, n. 2-2011.

LUCCA COMUNE, SAN MARCO

Coordinate (WGS84): N 43,85601°; E 10,51949°

TR102

Strumento: TRZ-0101/01-10

Inizio registrazione: 27/11/14 15:23:55

Fine registrazione: 27/11/14 16:03:56

Durata registrazione: 0h40'00".

Freq. campionamento: 128 Hz

Lunghezza finestre: 55 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 5% (*) e 10% (**)

Analizzato 84% tracciato (selezione manuale)

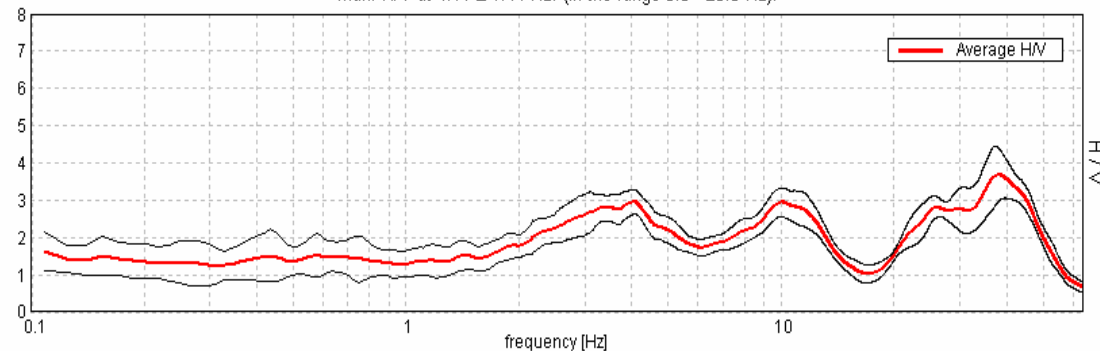
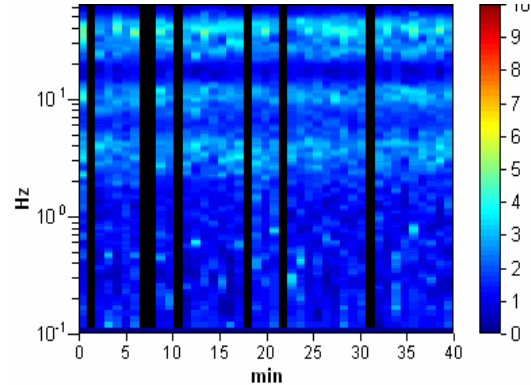
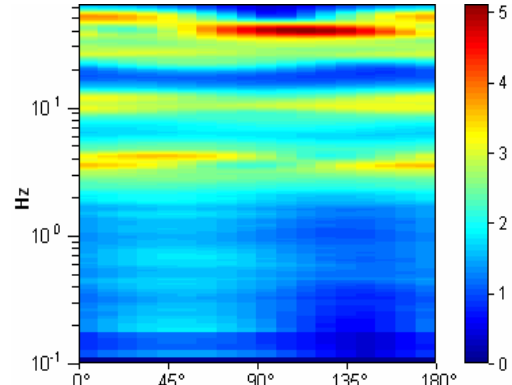
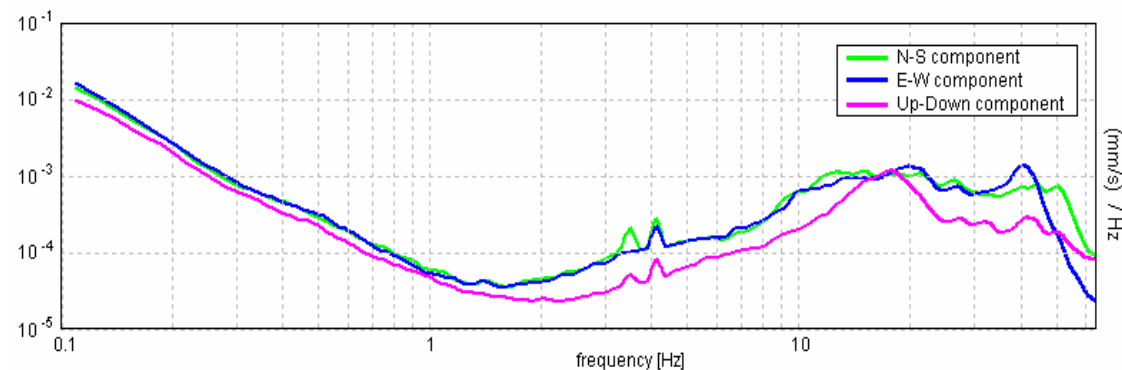
Condizioni meteo: poco nuvoloso, calma di vento

Tipo di superficie: terreno naturale

Disturbi: alcuni transienti e rari artefatti

**RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE (**)**

Max. H/V at 4.11 ± 1.44 Hz. (In the range 0.0 - 20.0 Hz).

**SERIE TEMPORALE H/V****DIREZIONALITA' H/V****SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI (*)****CRITERI SESAME (2004) ⁽¹⁾**

Picco H/V a 4.11 ± 1.44 Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	4.11 > 0.18	OK	
$n_c(f_0) > 200$	8136.6 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 396	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste f^* in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^*) < A_0 / 2$	1.625 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	14.328 Hz	OK	
$A_0 > 2$	2.95 > 2	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.0697 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.19736 < 0.20547	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.1534 < 1.58	OK	

L_w	lunghezza della finestra
n_w	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
f	frequenza attuale
f_0	frequenza del picco H/V
σ_f	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	ampiezza della curva H/V alla frequenza f_0
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza f
f^*	frequenza tra $f_0/4$ e f_0 alla quale $A_{H/V}(f^*) < A_0/2$
f^+	frequenza tra f_0 e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Valori di soglia per σ_f e $\sigma_A(f_0)$

Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 - 0.5	0.5 - 1.0	1.0 - 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 f_0	0.2 f_0	0.15 f_0	0.10 f_0	0.05 f_0
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

CLASSIFICAZIONE DELLA CURVA H/V ^{(2) (3)}

CLASSE	B
TIPO	1

La classificazione delle curve H/V prevede le seguenti tre classi di qualità:

Classe A (H/V affidabile, può essere utilizzata anche da sola)

1)-La forma dell'H/V nell'intervallo di frequenze di interesse rimane stazionaria per almeno il 30% della durata della misura; 2)-le variazioni azimutali di ampiezza non superano il 30% del massimo; 3)-assenza di disturbi elettromagnetici nella banda di frequenza di interesse; 4)-i massimi sono caratterizzati da una diminuzione localizzata dello spettro della componente verticale; 5)-i primi 3 criteri SESAME per una curva H/V attendibile sono verificati; 6)-durata della misura di almeno 15-20 minuti.

Eccezione: nel caso di assenza di contrasti di impedenza sufficientemente marcati, la condizione 5) non sarà soddisfatta anche se la misura è affidabile (H/V tipo 2, v. sotto).

Classe B (H/V da "interpretare": **va utilizzata con cautela e solo se coerente con altre misure vicine**)

Almeno una delle 6 condizioni della classe A non è soddisfatta (a meno che non si rientri nell'eccezione sopra citata)

Classe C (H/V scadente e di difficile interpretazione: **non va utilizzata**)

1)-Misura di tipo B con curva H/V che mostra ampiezza crescente al diminuire della frequenza (*deriva*) indice di movimento dello strumento durante la misura; 2)-misura di tipo B con presenza di rumore elettromagnetico nell'intervallo di frequenze di interesse.

Per le classi A e B si possono inoltre definire le seguenti due sottoclassi:

Tipo 1: H/V con almeno un picco "chiaro" secondo i criteri SESAME (*possibile risonanza*)**Tipo 2:** H/V senza picchi "chiari" nell'intervallo di frequenze di interesse (ampiezza della curva circa uguali ad 1: *assenza di risonanza*)**NOTE**

Risonanza del sottosuolo anche alla frequenza di circa 10Hz.

(1) - SESAME Project (2004) - *Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations. Measurements processing and interpretation*, WP12, deliverable no. D23.12

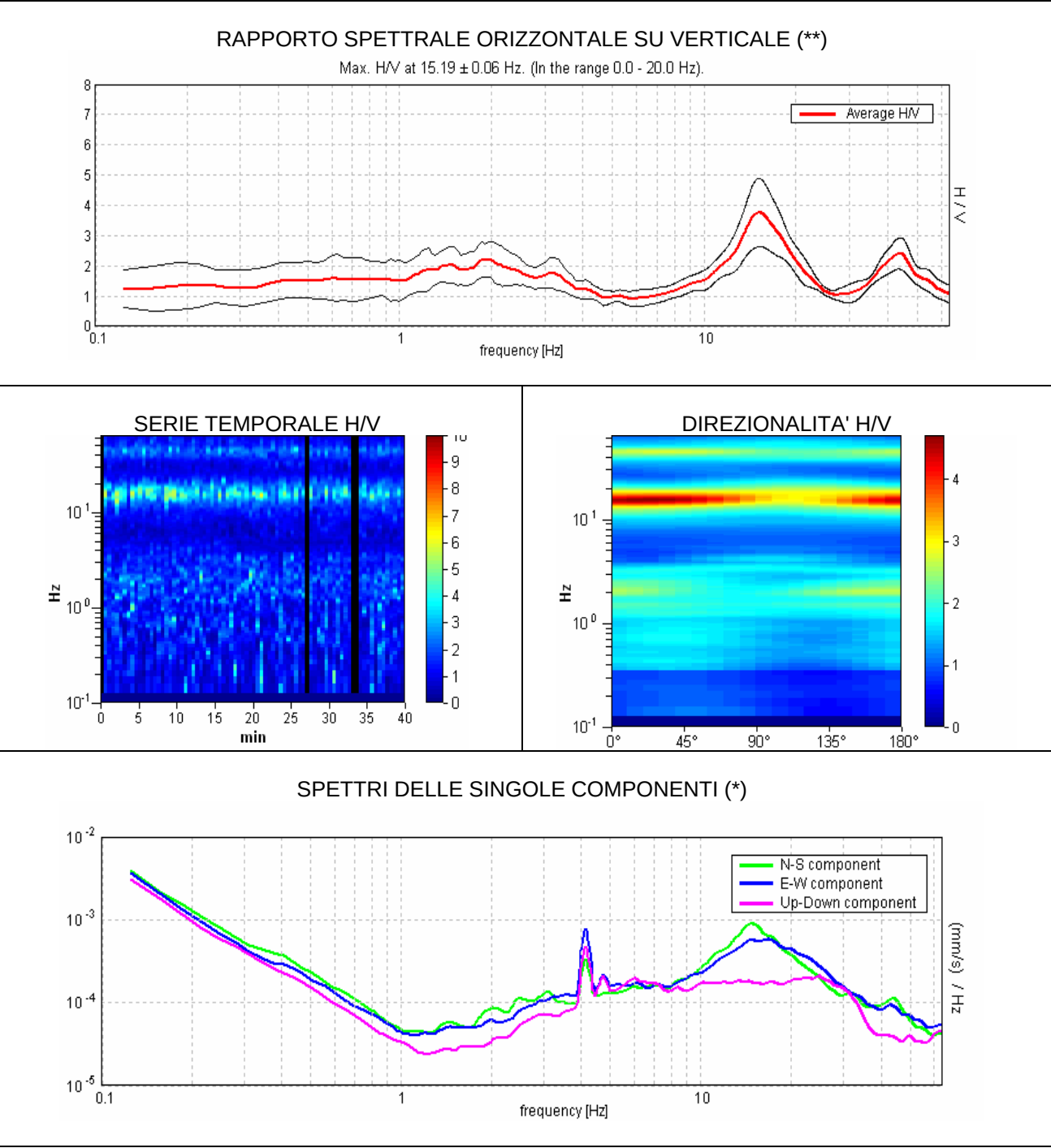
(2) - Albarello D., Cesi C., Eulilli V. et alii (2011): *The contribution of the ambient vibration prospecting in seismic microzonation: an example from the area damaged by the April 6, 2009 L'Aquila (Italy) earthquake*. Boll. Geofis. Teor. Appl., 52 (3), 513-538.

(3) - Albarello D. & Castellaro S. (2011) - *Tecniche sismiche passive: indagini a stazione singola*. Supplemento alla rivista *Ingegneria sismica* Anno XXVIII, n. 2-2011.

LUCCA COMUNE, SAN PIETRO A VICO **TR103**
Coordinate (WGS84): N 43,86280°; E 10,52312°

Strumento: TRZ-0101/01-10
Inizio registrazione: 27/11/14 16:08:38
Fine registrazione: 27/11/14 16:48:39

Durata registrazione: 0h40'00".
Freq. campionamento: 128 Hz
Lunghezza finestre: 30 s
Tipo di lisciamento: Triangular window
Lisciamento: 5% (*) e 10% (**)
Analizzato 95% tracciato (selezione manuale)
Condizioni meteo: poco nuvoloso, calma di vento
Tipo di superficie: terreno naturale
Disturbi: rari transienti ed artefatti



CRITERI SESAME (2004) ⁽¹⁾			
Picco H/V a 15.19 ± 0.06 Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz).			

Criteri per una curva H/V affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_0 > 10 / L_w$	15.19 > 0.33	OK	
$n_c(f_0) > 200$	34627.5 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 730	OK	
Criteri per un picco H/V chiaro [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]			
Esiste f^* in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^*) < A_0 / 2$	11.0 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	21.094 Hz	OK	
$A_0 > 2$	3.76 > 2	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.00204 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.031 < 0.75938$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.5626 < 1.58$	OK	

L_w	lunghezza della finestra
n_w	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
f	frequenza attuale
f_0	frequenza del picco H/V
σ_f	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	ampiezza della curva H/V alla frequenza f_0
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza f
f^*	frequenza tra $f_0/4$ e f_0 alla quale $A_{H/V}(f^*) < A_0/2$
f^+	frequenza tra f_0 e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Valori di soglia per σ_f e $\sigma_A(f_0)$					
Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

CLASSIFICAZIONE DELLA CURVA H/V ^{(2) (3)}

CLASSE	A
TIPO	1

La classificazione delle curve H/V prevede le seguenti tre classi di qualità:

Classe A (H/V affidabile, può essere utilizzata anche da sola)
1)-La forma dell'H/V nell'intervallo di frequenze di interesse rimane stazionaria per almeno il 30% della durata della misura; 2)-le variazioni azimutali di ampiezza non superano il 30% del massimo; 3)-assenza di disturbi elettromagnetici nella banda di frequenza di interesse; 4)-i massimi sono caratterizzati da una diminuzione localizzata dello spettro della componente verticale; 5)-i primi 3 criteri SESAME per una curva H/V attendibile sono verificati; 6)-durata della misura di almeno 15-20 minuti.
Eccezione: nel caso di assenza di contrasti di impedenza sufficientemente marcati, la condizione 5) non sarà soddisfatta anche se la misura è affidabile (H/V tipo 2, v. sotto).

Classe B (H/V da "interpretare": **va utilizzata con cautela e solo se coerente con altre misure vicine**)
Almeno una delle 6 condizioni della classe A non è soddisfatta (a meno che non si rientri nell'eccezione sopra citata)

Classe C (H/V scadente e di difficile interpretazione: **non va utilizzata**)

1)-Misura di tipo B con curva H/V che mostra ampiezza crescente al diminuire della frequenza (*deriva*) indice di movimento dello strumento durante la misura; 2)-misura di tipo B con presenza di rumore elettromagnetico nell'intervallo di frequenze di interesse.

Per le classi A e B si possono inoltre definire le seguenti due sottoclassi:
Tipo 1: H/V con almeno un picco "chiaro" secondo i criteri SESAME (*possibile risonanza*)
Tipo 2: H/V senza picchi "chiari" nell'intervallo di frequenze di interesse (ampiezza della curva circa uguali ad 1: *assenza di risonanza*)

NOTE
Possibilità di risonanza del sottosuolo alla frequenza di circa 2Hz.

(1) - SESAME Project (2004) - *Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations. Measurements processing and interpretation*, WP12, deliverable no. D23.12
(2) - Albarello D., Cesi C., Eulilli V. et alii (2011): *The contribution of the ambient vibration prospecting in seismic microzoning: an example from the area damaged by the April 6, 2009 L'Aquila (Italy) earthquake*. Boll. Geofis.Teor. Appl., 52 (3), 513-538.
(3) - Albarello D. & Castellaro S. (2011) - *Tecniche sismiche passive: indagini a stazione singola*. Supplemento alla rivista *Ingegneria sismica* Anno XXVIII, n. 2-2011.

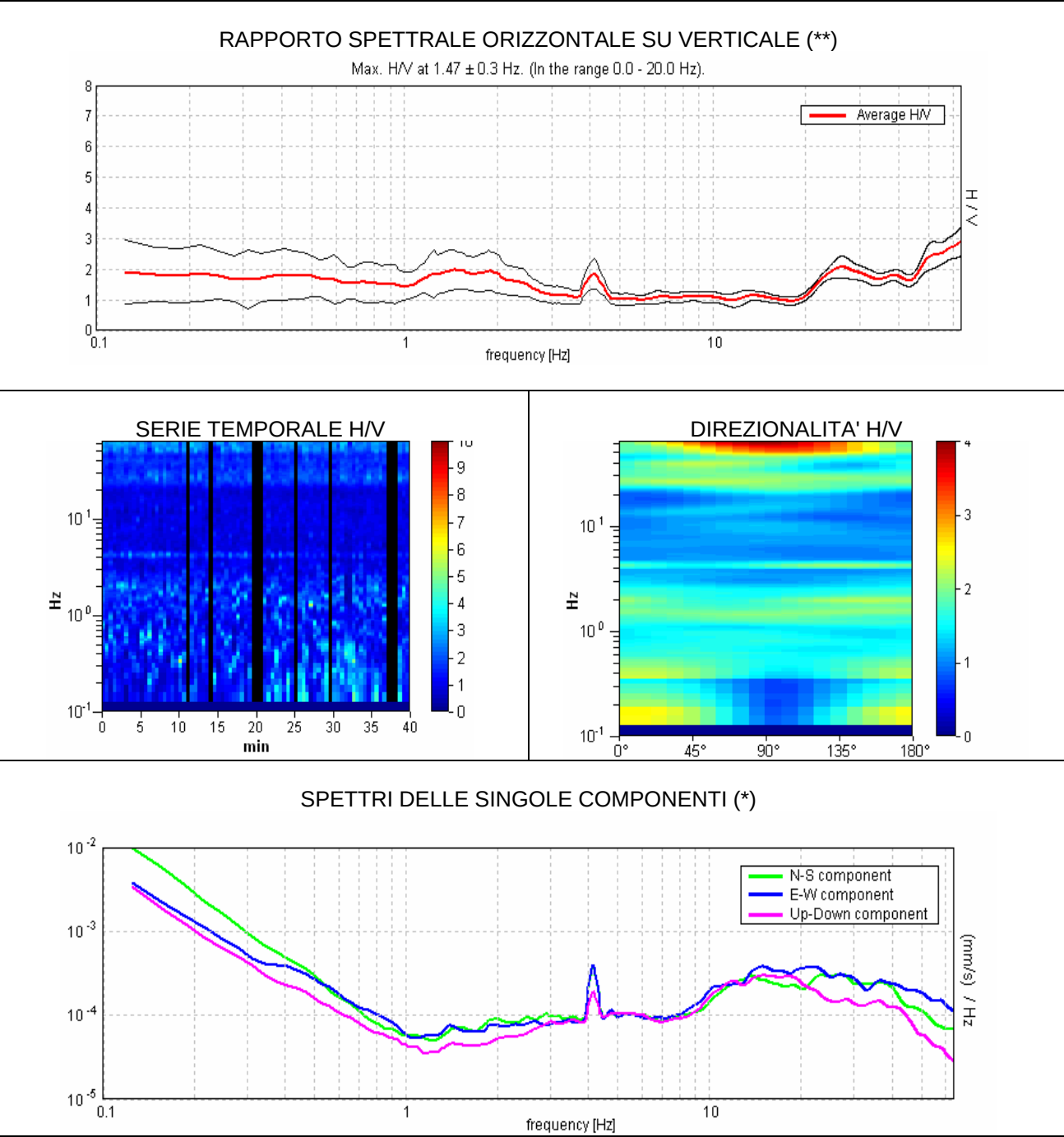
LUCCA COMUNE, SS ANNUNZIATA
Coordinate (WGS84): N 43,85941°; E 10,53186°

TR104



Strumento: TRZ-0101/01-10
Inizio registrazione: 27/11/14 16:57:36
Fine registrazione: 27/11/14 17:37:37

Durata registrazione: 0h40'00".
Freq. campionamento: 128 Hz
Lunghezza finestre: 30 s
Tipo di lisciamento: Triangular window
Lisciamento: 5% (*) e 10% (**)
Analizzato 88% tracciato (selezione manuale)
Condizioni meteo: nuvoloso, calma di vento
Tipo di superficie: terreno in aiuola
Disturbi: diversi transienti ed alcuni artefatti



CRITERI SESAME (2004) ⁽¹⁾

Picco H/V a 1.47 ± 0.3 Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_0 > 10 / L_w$	1.47 > 0.33	OK	
$n_c(f_0) > 200$	3084.4 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 72	OK	
Criteri per un picco H/V chiaro [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]			
Esiste f^+ in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			NO
Esiste f^- in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			NO
$A_0 > 2$	1.98 > 2		NO
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.10124 < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.14869 < 0.14688		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.3092 < 1.78	OK	

L_w	lunghezza della finestra
n_w	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
f	frequenza attuale
f_0	frequenza del picco H/V
σ_f	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	ampiezza della curva H/V alla frequenza f_0
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza f
f^-	frequenza tra $f_0/4$ e f_0 alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequenza tra f_0 e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Valori di soglia per σ_f e $\sigma_A(f_0)$					
Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 f_0	0.2 f_0	0.15 f_0	0.10 f_0	0.05 f_0
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

CLASSIFICAZIONE DELLA CURVA H/V ^{(2) (3)}

CLASSE	B
TIPO	2

La classificazione delle curve H/V prevede le seguenti tre classi di qualità:

Classe A (H/V affidabile, può essere utilizzata anche da sola)
1)-La forma dell'H/V nell'intervallo di frequenze di interesse rimane stazionaria per almeno il 30% della durata della misura; 2)-le variazioni azimutali di ampiezza non superano il 30% del massimo; 3)-assenza di disturbi elettromagnetici nella banda di frequenza di interesse; 4)-i massimi sono caratterizzati da una diminuzione localizzata dello spettro della componente verticale; 5)-i primi 3 criteri SESAME per una curva H/V attendibile sono verificati; 6)-durata della misura di almeno 15-20 minuti.
Eccezione: nel caso di assenza di contrasti di impedenza sufficientemente marcati, la condizione 5) non sarà soddisfatta anche se la misura è affidabile (H/V tipo 2, v. sotto).

Classe B (H/V da "interpretare": **va utilizzata con cautela e solo se coerente con altre misure vicine**)
Almeno una delle 6 condizioni della classe A non è soddisfatta (a meno che non si rientri nell'eccezione sopra citata)

Classe C (H/V scadente e di difficile interpretazione: **non va utilizzata**)
1)-Misura di tipo B con curva H/V che mostra ampiezza crescente al diminuire della frequenza (*deriva*) indice di movimento dello strumento durante la misura; 2)-misura di tipo B con presenza di rumore elettromagnetico nell'intervallo di frequenze di interesse.

Per le classi A e B si possono inoltre definire le seguenti due sottoclassi:
Tipo 1: H/V con almeno un picco "chiaro" secondo i criteri SESAME (*possibile risonanza*)
Tipo 2: H/V senza picchi "chiari" nell'intervallo di frequenze di interesse (ampiezza della curva circa uguali ad 1: *assenza di risonanza*)

NOTE

(1) - SESAME Project (2004) - *Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations. Measurements processing and interpretation*, WP12, deliverable no. D23.12
(2)- Albarello D., Cesi C., Eulilli V. et alii (2011): *The contribution of the ambient vibration prospecting in seismic microzoning: an example from the area damaged by the April 6, 2009 L'Aquila (Italy) earthquake*. Boll. Geofis.Teor. Appl., 52 (3), 513-538.
(3) – Albarello D. & Castellaro S. (2011) - *Tecniche sismiche passive: indagini a stazione singola*. Supplemento alla rivista *Ingegneria sismica* Anno XXVIII, n. 2-2011.

LUCCA COMUNE, S.VITO **TR105**
Coordinate (WGS84): N 43,85109°; E 10,52801°

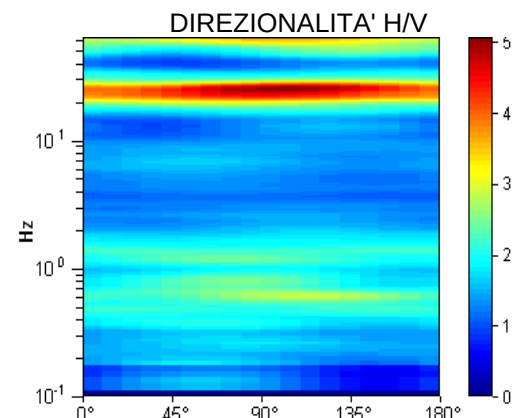
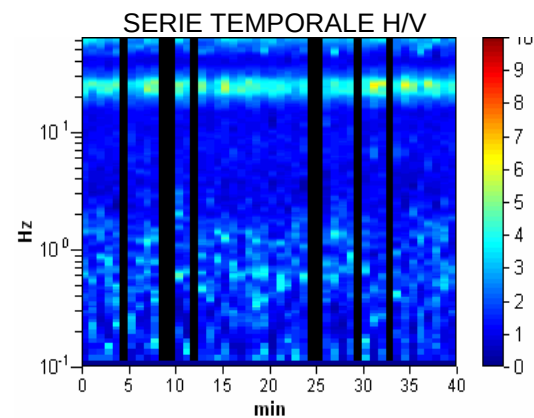
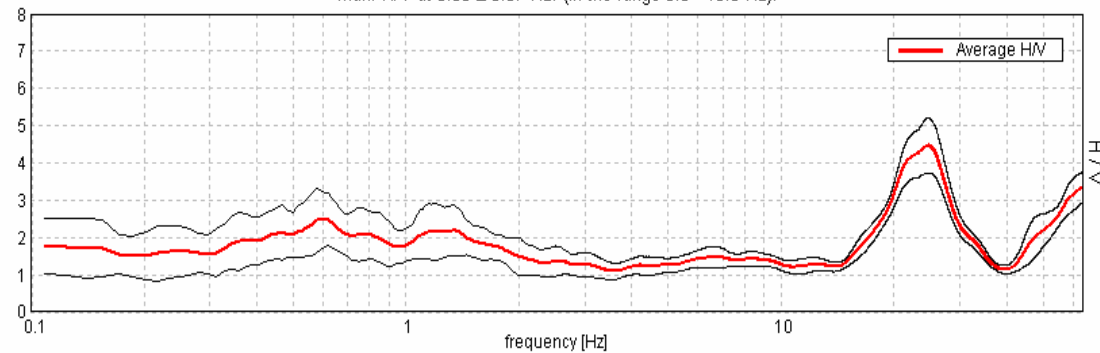
Strumento: TRZ-0101/01-10
Inizio registrazione: 09/12/14 10:26:19
Fine registrazione: 09/12/14 11:06:20

Durata registrazione: 0h40'00".
Freq. campionamento: 128 Hz
Lunghezza finestre: 50 s
Tipo di lisciamento: Triangular window
Lisciamento: 5% (*) e 10% (**)
Analizzato 83% tracciato (selezione manuale)
Condizioni meteo: nuvoloso, vento
Tipo di superficie: terreno naturale
Disturbi: alcuni transienti (traffico veicolare), vento

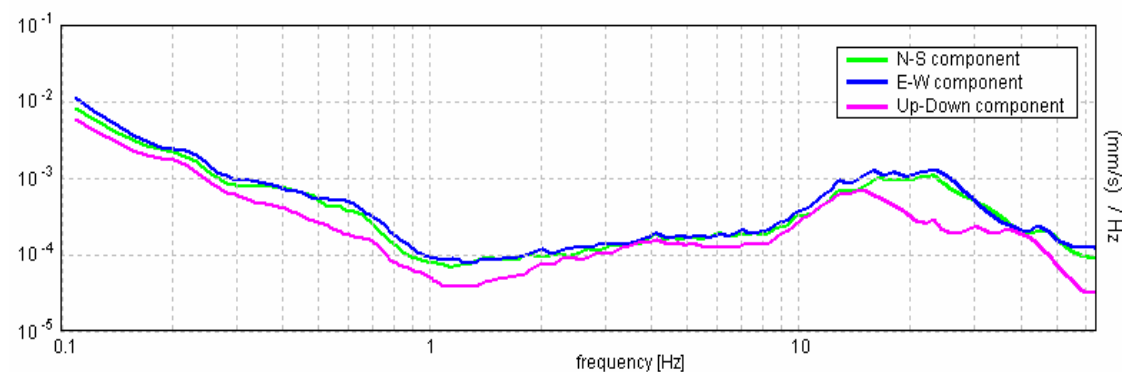


RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE (**)

Max. H/V at 0.63 ± 0.07 Hz. (In the range 0.0 - 18.0 Hz).



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI (*)



CRITERI SESAME (2004) ⁽¹⁾

Picco H/V a 0.63 ± 0.07 Hz (nell'intervallo 0.0 - 18.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$0.63 > 0.20$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$1250.0 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 61	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste f^* in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^*) < A_0 / 2$			NO
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$		OK	
$A_0 > 2$	$2.48 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.04448 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.03405 < 0.09375$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.3462 < 2.0$	OK	

L_w	lunghezza della finestra
n_w	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
f	frequenza attuale
f_0	frequenza del picco H/V
σ_f	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	ampiezza della curva H/V alla frequenza f_0
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza f
f^*	frequenza tra $f_0/4$ e f_0 alla quale $A_{H/V}(f^*) < A_0/2$
f^+	frequenza tra f_0 e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Valori di soglia per σ_f e $\sigma_A(f_0)$

Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 - 0.5	0.5 - 1.0	1.0 - 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

CLASSIFICAZIONE DELLA CURVA H/V ^{(2) (3)}

CLASSE	B
TIPO	1

La classificazione delle curve H/V prevede le seguenti tre classi di qualità:

Classe A (H/V affidabile, può essere utilizzata anche da sola)

1)-La forma dell'H/V nell'intervallo di frequenze di interesse rimane stazionaria per almeno il 30% della durata della misura; 2)-le variazioni azimutali di ampiezza non superano il 30% del massimo; 3)-assenza di disturbi elettromagnetici nella banda di frequenza di interesse; 4)-i massimi sono caratterizzati da una diminuzione localizzata dello spettro della componente verticale; 5)-i primi 3 criteri SESAME per una curva H/V attendibile sono verificati; 6)-durata della misura di almeno 15-20 minuti.

Eccezione: nel caso di assenza di contrasti di impedenza sufficientemente marcati, la condizione 5) non sarà soddisfatta anche se la misura è affidabile (H/V tipo 2, v. sotto).

Classe B (H/V da "interpretare": **va utilizzata con cautela e solo se coerente con altre misure vicine**)

Almeno una delle 6 condizioni della classe A non è soddisfatta (a meno che non si rientri nell'eccezione sopra citata)

Classe C (H/V scadente e di difficile interpretazione: **non va utilizzata**)

1)-Misura di tipo B con curva H/V che mostra ampiezza crescente al diminuire della frequenza (*deriva*) indice di movimento dello strumento durante la misura; 2)-misura di tipo B con presenza di rumore elettromagnetico nell'intervallo di frequenze di interesse.

Per le classi A e B si possono inoltre definire le seguenti due sottoclassi:

Tipo 1: H/V con almeno un picco "chiaro" secondo i criteri SESAME (*possibile risonanza*)

Tipo 2: H/V senza picchi "chiari" nell'intervallo di frequenze di interesse (ampiezza della curva circa uguali ad 1: *assenza di risonanza*)

NOTE

Possibilità di debole risonanza del sottosuolo anche alla frequenza di circa 1.3Hz.

(1) - SESAME Project (2004) - *Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations. Measurements processing and interpretation*, WP12, deliverable no. D23.12

(2) - Albarello D., Cesi C., Eulilli V. et alii (2011): *The contribution of the ambient vibration prospecting in seismic microzoning: an example from the area damaged by the April 6, 2009 L'Aquila (Italy) earthquake*. Boll. Geofis. Teor. Appl., 52 (3), 513-538.

(3) - Albarello D. & Castellaro S. (2011) - *Tecniche sismiche passive: indagini a stazione singola*. Supplemento alla rivista *Ingegneria sismica* Anno XXVIII, n. 2-2011.

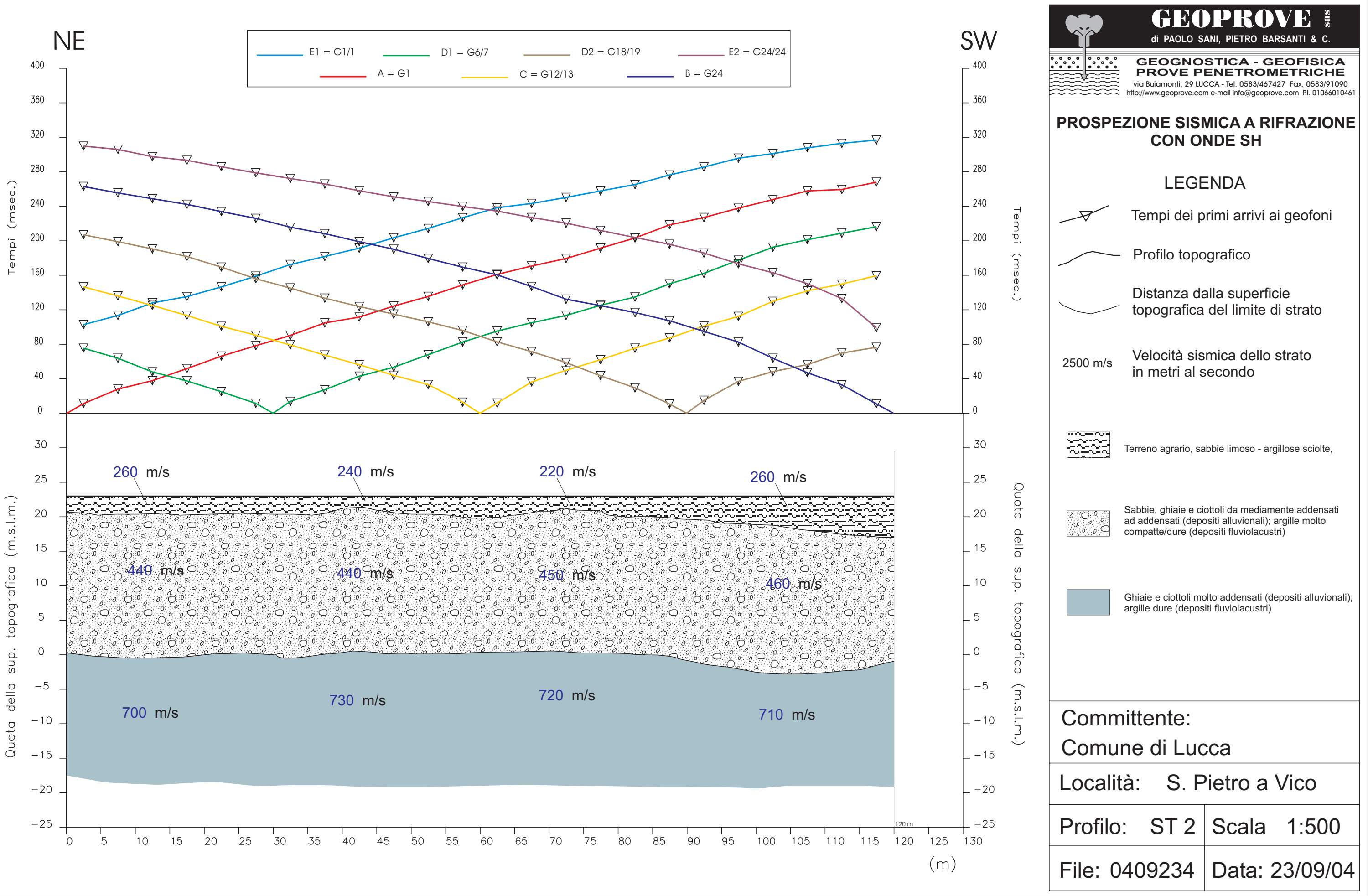
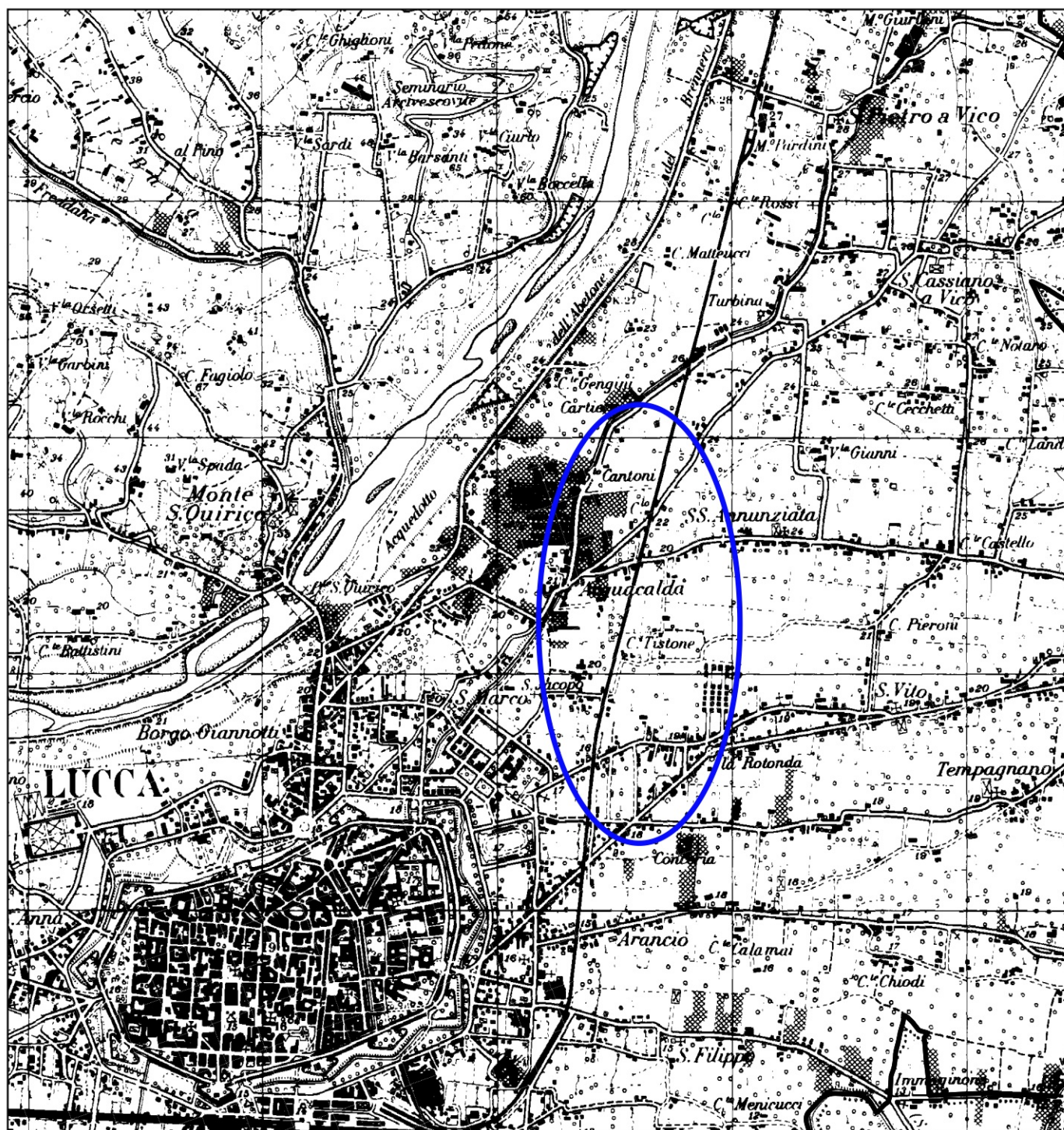


FIG. 1 - COROGRAFIA

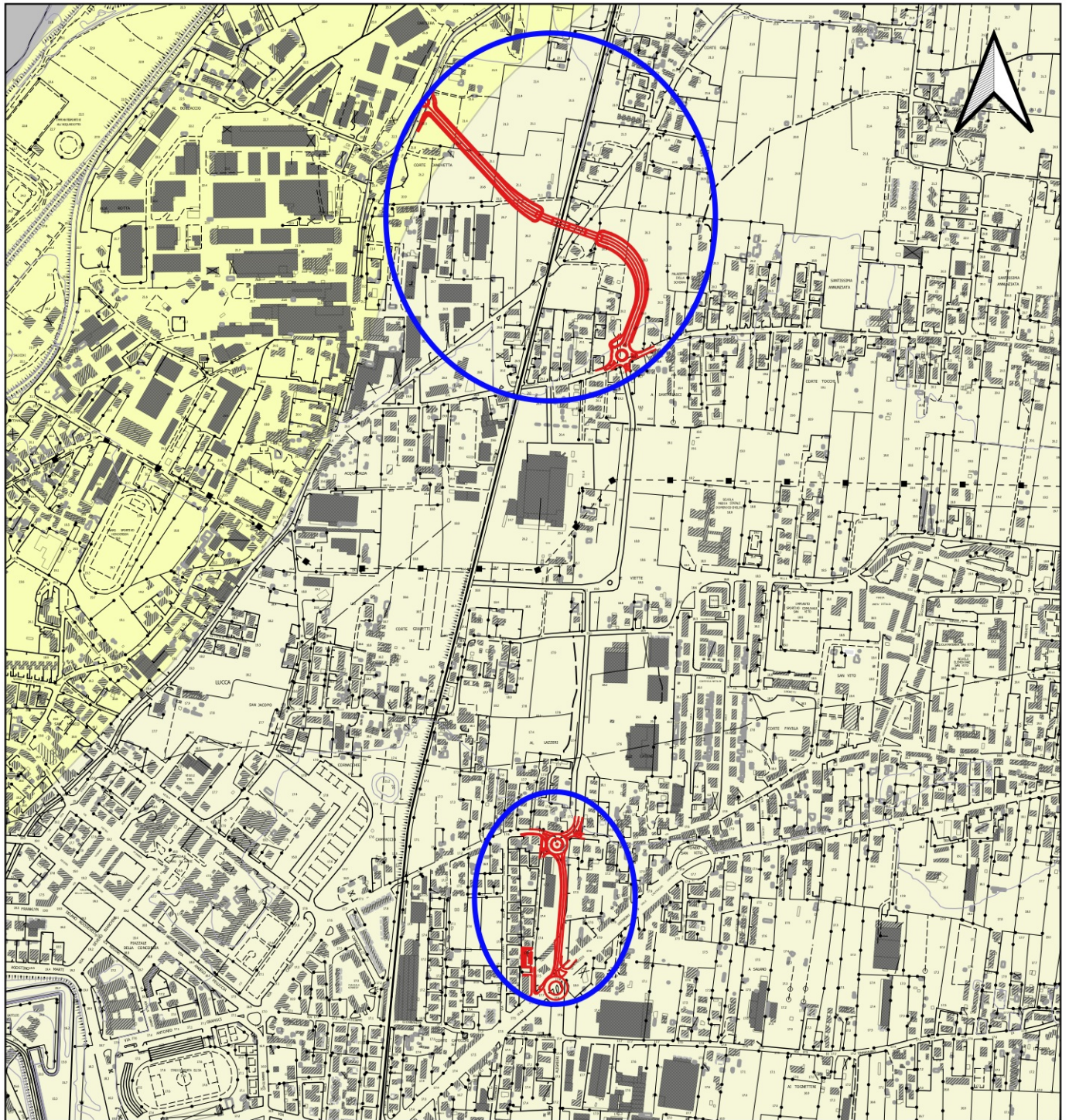


Scala 1:25.000



- Area di indagine

FIG. 2 - CARTA DI INQUADRAMENTO GEOLOGICO



Scala 1:10.000

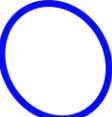
-  Depositi prevalentemente limo sabbiosi
-  Paleoalvei impostati su i depositi prevalentemente limo sabbiosi
-  Aree di intervento

FIG. 3 - PLANIMETRIA DELL'AREA

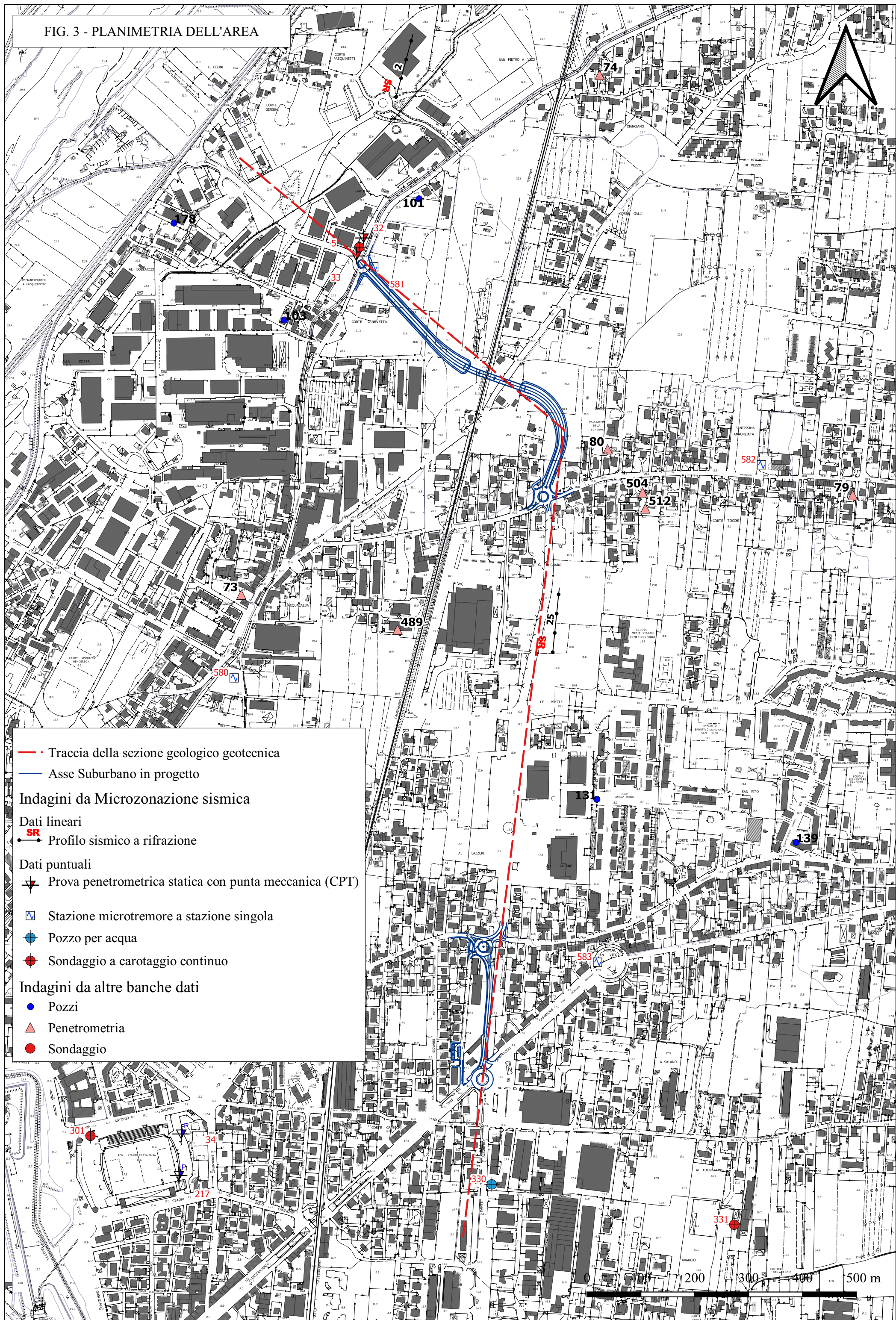


FIG. 4 - SEZIONE GEOLOGICO-GEOTECNICA

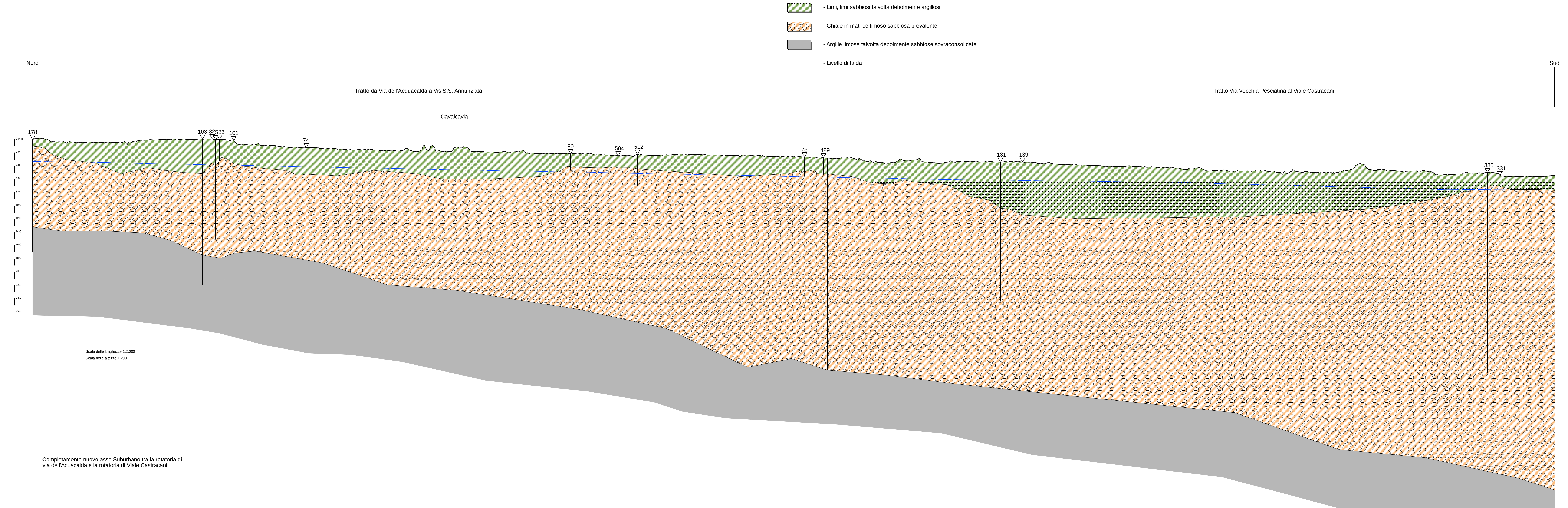


FIG. 5 - PLANIMETRIA DEL RETICOLO IDROGRAFICO

